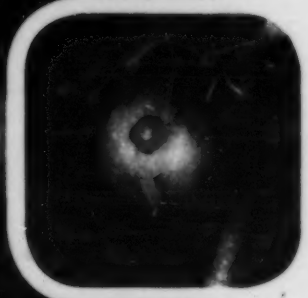
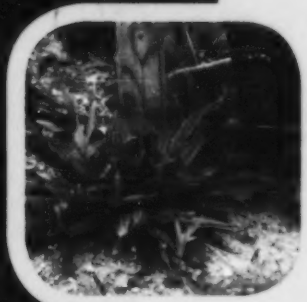




LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES ENNEMIS DU POMMIER

Publication 310F

Ministère de l'Agriculture, de
l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES ENNEMIS DU POMMIER

Publication 310F

Ministère de l'Agriculture, de
l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

Directrice de la rédaction – Lutte intégrée contre les ennemis du pommier – Révision 2009
Kathryn Carter, spécialiste de la lutte intégrée contre les ennemis des fruits à pépins
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO)

Remerciements
La première édition de ce guide a été rédigée en 1990 par les conseillers en lutte contre les ennemis des cultures et les conseillers horticoles du MAAARO.

Une révision a été faite en 1999, sous la direction de Bernt Solymar, MAAARO. Avaient alors participé à la rédaction : Margaret Appleby, Paul Goodwin, Paul Hagerman, Leslie Huffman, Kevin Schooley, Annette Verhagen, Anne Verhallen, Gerry Walker et Ken Wilson, tous du MAAARO; John Potter, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC); et Christine Bishop, Service canadien de la faune. Kathryn Carter (grâce à une subvention de Croissance Ontario) avait colligé l'information et effectué des recherches sur des sujets précis.

Avaient pris part à la révision par les pairs : David Pree, Ph.D., Mitch Trimble, Ph.D., John Northover, Ph.D., et Charles Vincent, Ph.D., tous d'AAC; Wayne Roberts, Commission ontarienne de commercialisation des pommes; Rod MacRae et Julia Langer, Fonds mondial pour la nature (Canada); Christine Bishop, Service canadien de la faune; et Wendy McFadden-Smith, Ph.D., Institut de recherches horticoles de l'Ontario – Université de Guelph.

Ont pris part à la rédaction de la présente édition révisée de 2009 : Margaret Appleby, Michael Celetti, Hannah Fraser, Leslie Huffman, Anne Verhallen, Wendy McFadden-Smith, Ph.D., et Jason Deveau, Ph.D., tous du MAAARO; John A. Cline, Ph.D., Université de Guelph; Deena Errampali, Ph.D., AAC.

Ont pris par à la révision par les pairs : Jennifer DeEll, Ph.D., et Adam Hayes, MAAARO; David Epstein, Ph.D., Anna Fiedler, Ph.D., et Doug Landis, Ph.D., Michigan State University; Harvey Reissig, Ph.D., Cornell University; Larry Hull, Ph.D., Penn State University; Bernt Solymar, EarthTramper Consulting; Cathy McKay, Apple Doctor Ltd.; Ken Wilson; Kevin Ker, Crop Management Services; Lindsay Pink; Kevin Schooley, KS Consulting; Rob Smith, Ph.D., et Al Hamill, Ph.D., auparavant d'AAC; Noubar Bostanian, Ph.D., Rob Nurse, Ph.D., Mitch Pogoda, Julia Reekie, Ph.D., Ian Scott, Ph.D., et Antonet Svircev, Ph.D., tous d'AAC; Clarence Swanton, Ph.D., Université de Guelph; Clayton Myers, Ph.D., service de recherche agricole du ministère de l'Agriculture des États-Unis.

Photo de la dernière de couverture (abeille butinant une fleur de pommier) : Paul Abram.

Cherchez-vous de l'information technique ou commerciale?
Communiquez avec le Centre d'information agricole au 1 877 424-1300 ou écrivez à *ag.info.omafra@ontario.ca*.

Cherchez-vous des renseignements sur les cultures sur l'Internet?
www.ontario.ca/cultures
Vous y trouverez des fiches techniques, des articles et des photos sur les pratiques culturales.

Pour obtenir des exemplaires de cette publication ou de toute autre publication du MAAARO, veuillez :

- visiter le site *www.serviceontario.ca/publications;*
- appeler l'InfoCentre ServiceOntario, du lundi au vendredi, de 8 h 30 à 17 h HNE au :
  - 416 326-5300,
  - 416 326-3408 (téléimprimeur),
  - 1 800 668-9938, sans frais de n'importe où au Canada,
  - 1 800 368-7095 (téléimprimeur sans frais de n'importe où en Ontario);
- vous présenter en personne à l'un ou l'autre des InfoCentres ServiceOntario de la province.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2009
Toronto, Canada

ISBN 978-1-4249-8423-7

02-09-0,5M

Table des matières

Introduction 1

1. Lutte intégrée 3
Définition de lutte intégrée 3
Identification, biologie et mœurs des organismes utiles et des organismes nuisibles 3
Surveillance et évaluation de la situation 3
Matériel a à la surveillance 4
Stratégies de surveillance 4
Méthodes de surveillance 4
Techniques de dépistage 5
Échantillonnage 5
Piégeage 6
Pièges à phéromones 6
Attractifs visuels 6
Comment se servir des pièges 7
Tapotement des branches 7
Observation visuelle 8
Surveillance et collecte de données météorologiques 8
Seuils d'intervention 9
Qu'est-ce qu'un seuil d'intervention? 9
Modèles de degrés-jours 9
Utilisation des bons outils de lutte et au bon moment 11
Lutte biologique 11
Méthodes de lutte biologique 11
Lutte culturale 12
Choix de l'emplacement du verger 12
Choix de cultivars et de porte-greffes 14
Systèmes de gestion des sols 14
Choix du mode de formation 14
Nutrition 15
Techniques d'élagage 15
Lutte contre les mauvaises herbes 15
Hygiène 16
Irrigation 16
Lutte chimique 16
Pesticides à risque réduit et biopesticides 16
Tenue des registres 18
Gestion des résistances aux pesticides 19
À quel groupe chimique le produit appartient-il? 19
À quelle vitesse une résistance peut-elle compliquer la lutte contre une population d'ennemis en particulier? 20
La résistance qui apparaît au sein d'une population dure-t-elle longtemps ou finit-elle par disparaître? 20
Une population résistante à un pesticide peut-elle afficher une résistance à un autre groupe de pesticides? 20
Stratégies de gestion des résistances 21
Méthodes et techniques de pulvérisation 22
Conditions idéales pour les pulvérisations 22
Méthodes de pulvérisation 22
Calibrage du pulvérisateur 23
Pulvérisation suivant le volume de frondaison par rang 24
Matériel de pulvérisation 24
Nouvelles technologies et pratiques de lutte intégrée 25
Technique de la confusion des mâles 25
Technologie du film de particules 26
Appâts 26
Lutte contre la tavelure par le hachage des feuilles et la pulvérisation d'urée 27

2. Effet des pesticides sur les organismes non visés 29
Utilisation de pesticides 29
Facteurs influençant l'efficacité des pesticides 29
Mobilité des pesticides dans la plante 29
Rôle des insecticides 29
Rôle des fongicides dans la protection 30
Pesticides dans l'environnement 30
Effets des pesticides sur les insectes utiles 31
Évaluation de la toxicité des insecticides pour les insectes utiles 32
Prévention de l'empoisonnement des abeilles 32

3. Recours à la lutte intégrée dans les vergers de pommiers 33
Phénologie du pommier 33
Présence des insectes s'attaquant aux pommiers en Ontario (figure 3–13) 35
Présence des maladies des pommiers en Ontario (figure 3–14) 36
Présence des insectes utiles aux pommiers en Ontario (figure 3–15) 37
Guide de surveillance des vergers et seuils d'intervention dans les programmes de lutte intégrée (tableau 3–1) 38
Directives d'utilisation des pièges visuels et à phéromones dans les vergers (tableau 3–2) 49

4. Organismes nuisibles et organismes utiles dans les vergers de pommiers 51
Insectes et acariens nuisibles 51
Acariens 51
Tétranyque rouge du pommier 51
Description 51
Cycle biologique 52
Dommages 52
Surveillance et seuils d'intervention 52
Lutte 53
Tétranyque à deux points 55
Description 55
Cycle biologique 55
Dommages 55
Surveillance et seuil d'intervention 56
Lutte 56
Ériophyide du pommier 56
Description 56
Cycle biologique 56
Dommages 56
Surveillance et seuil d'intervention 57
Lutte 57
Cochenilles 57
Cochenille de San José 57
Description 57
Cycle biologique 58
Dommages 58
Surveillance et seuil d'intervention 59
Lutte 59
Cochenille ostréiforme 59
Description 59
Cycle biologique 59
Dommages 60
Surveillance et seuil d'intervention 60
Lutte 60
Cochenille virgule 60
Description 60
Cycle biologique 60
Dommages 60
Surveillance et seuil d'intervention 61
Lutte 61
Pucerons 61
Puceron vert du pommier 61
Description 61
Cycle biologique 62
Dommages 62
Surveillance et seuil d'intervention 63
Lutte 63
Puceron rose du pommier 64
Description 64
Cycle biologique 64
Dommages 65
Surveillance et seuil d'intervention 66
Lutte 66
Puceron lanigère 67
Description 67
Cycle biologique 67
Dommages 68
Surveillance et seuil d'intervention 68
Lutte 68

Cicadelles 69
Cicadelle blanche du pommier 69
Description 69
Cycle biologique 70
Dommages 70
Surveillance et seuil d'intervention 71
Lutte 71
Cicadelle de la pomme de terre 71
Description 72
Cycle biologique 72
Dommages 72
Surveillance et seuil d'intervention 73
Lutte 73
Mineuse marbrée 74
Description 74
Cycle biologique 75
Dommages 76
Surveillance et seuil d'intervention 77
Échantillonnage des feuilles 77
Seuils d'intervention 78
Lutte 78
Insectes foreurs 79
Sésies 79
Description 79
Cycle biologique 80
Dommages 81
Surveillance et seuil d'intervention 81
Lutte 82
Saperde du pommier 83
Description 83
Cycle biologique 83
Dommages 83
Surveillance et seuils d'intervention 83
Lutte 83
Chenilles défoliatrices du printemps 83
Enrouleuses et tordeuses 83
Description 84
Cycle biologique 84
Dommages 84
Surveillance et seuils d'intervention 85
Lutte 85
Noctuelles des fruits verts 86
Description 86
Cycle biologique 86
Dommages 86
Surveillance et seuils d'intervention 86
Lutte 87
Pique-bouton du pommier 87
Description 87
Cycle biologique 87
Dommages 87
Surveillance et seuils d'intervention 87
Lutte 88
Livrées 88
Description 88
Cycle biologique 88
Dommages 88
Surveillance et seuils d'intervention 88
Lutte 88
Spongieuse 89
Description 89
Cycle biologique 89
Dommages 89
Surveillance et seuils d'intervention 90
Lutte 90
Hoplocampe du pommier 90
Description 90
Cycle biologique 91
Dommages 91
Surveillance et seuils d'intervention 92
Lutte 93
Punaise terne et autres insectes piqueurs 93
Punaises 93
Description 93
Cycle biologique 94
Dommages 94
Surveillance et seuils d'intervention 96
Lutte 96
Pentatomes (punaises des bois) 97
Description 97
Cycle biologique 97
Dommages 97
Surveillance et seuils d'intervention 97
Lutte 97
Punaise de la molène 98
Description 98
Cycle biologique 98

Dommages 99
Surveillance et seuils d'intervention 99
Lutte 100

Charançon de la prune 101
Description 101
Cycle biologique 101
Dommages 102
Surveillance et seuils d'intervention 103
Lutte 103

Tordeuse orientale du pêcher 104
Description 104
Cycle biologique 105
Dommages 106
Surveillance et seuils d'intervention 107
Lutte 108

Carpocapse de la pomme 110
Description 110
Cycle biologique 110
Dommages 111
Surveillance et seuils d'intervention 112
Lutte 113

Tordeuse à bandes obliques 114
Description 114
Cycle biologique 116
Dommages 116
Surveillance et seuils d'intervention 117
Lutte 118

Mouche de la pomme 119
Description 119
Cycle biologique 120
Dommages 120
Surveillance et seuils d'intervention 121
Lutte 122

Autres insectes constituant des ravageurs sporadiques 123
Scarabée japonais 123
Description 123
Cycle biologique 124
Dommages 124
Surveillance et seuils d'intervention 124
Lutte 124
Cécidomyie du pommier 124
Description 125
Cycle biologique 125
Dommages 125
Surveillance et seuils d'intervention 125
Lutte 126
Tenthrède de l'oseille 126
Description 126
Cycle biologique 126
Dommages 127
Surveillance et seuils d'intervention 127
Lutte 127
Chenille à houppes blanches 127
Description 127
Cycle biologique 128
Dommages 128
Surveillance et seuils d'intervention 128
Lutte 128

Maladies 129
Tavelure du pommier 129
Symptômes 129
Cycle biologique 130
Surveillance et lutte 131
Surveillance de la météo 131
Détermination du niveau d'inoculum 131
Détermination des périodes d'infection par la tavelure du pommier 132
Périodes d'infection primaire 132
Périodes d'infection secondaire 135
Effet de la pluie intermittente et de la rosée sur les périodes d'infection 135
Infection des fruits 135
Lutte contre la tavelure à l'aide de fongicides 135
Fongicides à action protectrice 136
Pulvérisations pré-symptômes (post-infection) 136
Utilisation des fongicides inhibiteurs de la déméthylation (DMI) 136
Utilisation de fongicides à base de strobilurines 137
Utilisation de fongicides à base d'anilinopyrimidines (AP) 137
Lutte contre la tavelure du pommier sous de mauvaises conditions atmosphériques 137
Lutte contre la tavelure secondaire 138
Résistance aux fongicides 138

Interventions phytosanitaires dans les vergers où le taux d'inoculum est élevé 139
Cultivars résistant à la tavelure 139
Blanc (oïdium) 146
Symptômes 146
Cycle biologique 147
Surveillance et lutte 148
Rouilles 149
Rouille du genévrier 149
Symptômes 149
Cycle biologique 150
Surveillance et lutte 151
Rouille du cognassier 152
Symptômes 152
Cycle biologique 152
Surveillance et lutte 153
Maladies d'été 153
Moucheture 153
Symptômes 153
Cycle biologique 154
Surveillance et lutte 154
Taches de suie 155
Symptômes 155
Cycle biologique 156
Surveillance et lutte 157
Maladies à chancres 157
Chancre européen 157
Symptômes 158
Cycle biologique 158
Surveillance et lutte 158
Chancre de l'anthracnose 159
Symptômes 159
Cycle biologique 159
Surveillance et lutte 159
Pourridié phytophthoréen 159
Symptômes 160
Surveillance et lutte 161
Pourriture noire 162
Symptômes 162
Cycle biologique 164
Surveillance et lutte 165
Brûlure bactérienne 166
Symptômes 166
Brûlure de la fleur 166
Brûlure des pousses 167
Brûlure des branches et du tronc 168
Brûlure favorisée par des blessures 168
Brûlure du fruit 169
Brûlure du collet et des porte-greffes 169
Cycle biologique 170
Surveillance et lutte 170
Modèles éclairant les décisions 170
Modèle Maryblyt 170
Modèle Cougarblight 171
Sensibilité des cultivars et des porte-greffes 172
Pratiques de lutte culturale 174
Conseils d'élagage 175
Élagage suivant la méthode du « vilain chicot » 175
Agents de lutte biologique 175
Régulateurs de croissance 175
Gestion des résistances 175
Taches vésiculaires 176
Symptômes 176
Cycle biologique 177
Surveillance et lutte 177
Maladies post-cueillette 178
Moisissure bleue 178
Symptômes 178
Cycle biologique 178
Surveillance et lutte 178
Pourriture grise 179
Symptômes 179
Cycle biologique 179
Surveillance et lutte 179
Autres maladies et désordres des pommes 180
Taches internervaires 180
Symptômes 180
Cycle biologique 180
Surveillance et lutte 180
Pourriture sclérotique et pourriture grise de l'œil 181
Symptômes 181
Cycle biologique 182
Surveillance et lutte 182
Pourriture du cœur 182

Symptômes 183
Cycle biologique 183
Surveillance et lutte 183
Dégradation des lenticelles 183
Symptômes 183
Cycle biologique 184
Surveillance et lutte 184
Cœur aqueux 184
Symptômes 184
Cycle biologique 184
Surveillance et lutte 185
Taches amères 185
Symptômes 185
Cycle biologique 186
Surveillance et lutte 186
Apport en calcium 186
Analyse des fruits 187
Plomb 187
Symptômes 187
Cycle biologique 188
Surveillance et lutte 188
Maladie de la replantation 188
Symptômes 188
Cycle biologique 189
Surveillance et lutte 189
Mauvaises herbes 190
Introduction 190
Qu'entend-on par mauvaises herbes? 190
Pourquoi les mauvaises herbes présentent-elles un problème? 190
Dépistage des mauvaises herbes 190
Pourquoi s'intéresser aux mauvaises herbes? 190
Comment faire le dépistage des mauvaises herbes? 191
Comment consigner les résultats de sa tournée? 191
Outils du dépisteur de mauvaises herbes 191
Notions de biologie pour les tournées de dépistage 191
Objectifs de la lutte contre les mauvaises herbes 192
Effets de la concurrence des mauvaises herbes sur les arbres 192
Période de grande sensibilité aux mauvaises herbes des pommiers nouvellement plantés 193
Période de sensibilité aux mauvaises herbes des arbres en production 194
Rôle utile des mauvaises herbes 194
Outils de lutte contre les mauvaises herbes 195
Modes d'action des herbicides 196
Enjeux relatifs à l'utilisation des herbicides 198
Gestion de la résistance aux herbicides 198
Contamination des eaux de surface et souterraines 199
Prévention de la dérive de pesticides 199
Effets des herbicides sur des organismes autres que les mauvaises herbes visées 200
Innocuité des produits récoltés 201
Résidus d'herbicides dans le sol 201
Incorporation des herbicides au sol 201
Stratégies de lutte intégrée contre les mauvaises herbes 201
Avant la plantation des arbres 201
Première année (nouveaux arbres) 202
Vergers établis 203
Début de saison 203
Été 203
Automne 204
Gestion des sols 205
Gestion des sols et atténuation du compactage 205
Nématodes 205
Introduction 205
Symptômes 206
Cycle biologique 207
Surveillance et lutte 208
Lutte contre les vertébrés 213
Introduction 213
Description, cycle biologique, dommages 213
Lutte 218
Campagnols 218
Lapins et lièvres 218
Marmottes 219

Cervidés 220
Oiseaux (corneilles, étourneaux sansonnets et quiscales bronzés) 221
Acariens prédateurs et insectes utiles 221
Cycle biologique des acariens prédateurs 221
Acariens prédateurs dans les vergers de pommiers de l'Ontario 221
Balaustium putmani 222
Description 222
Interaction avec l'hôte 222
Zetzellia mali et Agistemus fleschneri 222
Description 222
Interaction avec l'hôte 223
Neoseiulus (Amblyseius) fallacis 223
Description 223
Interaction avec l'hôte 223
Galendromus pyri et Galendromus caudiglans 224
Description 224
Interaction avec l'hôte 224
Conservation des acariens prédateurs 224
Insectes utiles 224
Prédateurs de pucerons 225
Cécidomyie du puceron – Aphidoletes aphidimyza 225
Description 225
Interaction avec l'hôte 226
Surveillance 226
Syrphes (Syrphidés) 226
Description 226
Interaction avec l'hôte 227
Surveillance 227
Chrysopes et hémérobes 227
Description 227
Interaction avec l'hôte 228
Surveillance 228
Coccinelles (Coccinellidae) 228
Description 228
Interaction avec l'hôte 229
Surveillance 229
Prédateurs généralistes 229
Punaises des fleurs (Anthocoridae) 229
Description 229
Interaction avec l'hôte 230
Surveillance 230
Punaises des plantes (Miridae) 230
Description 230
Interaction avec l'hôte 230
Surveillance 230
Réduves ou punaises assassines (Reduviidae) 231
Description 231
Interaction avec l'hôte 231
Surveillance 231
Carabes (Carabidae) 231
Description 231
Interaction avec l'hôte 231
Surveillance 231
Araignées 232
Description 232
Interaction avec l'hôte 232
Surveillance 232
Parasitoïdes 232
Tachinaires (Tachinidae) 232
Description 232
Interaction avec l'hôte 232
Surveillance 232
Parasitoïdes des pucerons (Aphelinidae) 232
Description 232
Interaction avec l'hôte 233
Surveillance 233
Chalcidiens (Chalcididae) 233
Description 233
Interaction avec l'hôte 233
Braconides (Braconidae) 233
Description 233
Interaction avec l'hôte 233
Surveillance 233
Insectes utiles vivant dans le sol 234

Annexes 237

A. Liste des fournisseurs de matériel de surveillance et d'agents de lutte biologiques 237

B. Services de diagnostic 239

C. Analyse des échantillons de lambourdes et de feuilles 243

D. Dénombrement des captures d'adultes dans les pièges 245

E. Fabrication d'un plateau de collecte 247

F. Évaluation des pousses terminales 249

G. Dommages aux fruits observés durant les opérations de dépistage hebdomadaires 251

H. Feuilles d'évaluation de la récolte de pommes 253

I. Services météorologiques en ligne 255

J. Attrait de certaines plantes pour les insectes utiles 257

K. Exemple de rapport de surveillance 261

L. Registre d'observations météorologiques 263

M. Exemples de registre de pulvérisations 265

N. Réglage et calibrage du pulvérisateur 267

O. Exemple de calcul du volume de frondaison par rang (VFR) 273

P. Feuille de calcul du volume de frondaison par rang (VFR) 275

Q. Nombre de pommiers par hectare en fonction de différents espacements 277

R. Tableaux utilisés par le modèle Cougarblight 279

Introduction

La présente publication regorge d'information à caractère technique sur la pomiculture. Elle offre aux producteurs, aux dépisteurs et aux consultants, des données à jour sur la lutte contre les ennemis du pommier. Elle indique aux pomiculteurs comment surveiller l'activité des organismes nuisibles dans leurs vergers et comment mettre au point des stratégies de lutte judicieuses contre les ennemis en présence. Les directives fournies conduisent à une surveillance efficace et à des décisions éclairées.

Cette troisième édition remplace celles de 1999 et de 1990. La mise à jour a été faite en tenant compte des recommandations actuelles de recherche et de culture, telles qu'elles sont préconisées par :

- le Comité ontarien de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures;
- le Comité ontarien de la recherche et des services en matière de pomiculture;
- le Comité ontarien de la recherche et des services en matière de gestion des sols.

En Ontario, la pomiculture se pratique dans différentes conditions de sol et de climat. Le but est de produire des pommes de grande qualité en recourant à des techniques de production durable, et notamment à des techniques de lutte antiparasitaire durable. La lutte intégrée contre les ennemis des cultures trouve des applications dans les vergers de l'Ontario depuis 1969. Il s'agit d'un processus dynamique qui évolue constamment. L'identification des ennemis à combattre, la surveillance, les seuils d'intervention, les différents modes d'intervention et la tenue de registres sont tous des aspects importants de la lutte intégrée. Cette information, de même que les données de recherche, les résultats des essais sur le terrain, les formations offertes et la documentation publiée sur le sujet aident les producteurs à adopter de nouvelles pratiques de lutte intégrée et de nouvelles technologies.

Le présent manuel ne propose pas de produits pesticides en particulier pour combattre les insectes, les maladies et les mauvaises herbes. Pour ce type de renseignements, voir les publications du MAAARO 360F, *Recommandations pour les cultures fruitières*, et 75F, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*. Revenir à la deuxième page de couverture pour de l'information sur la façon de commander les publications du MAAARO. Des parties des publications 360F et 75F et les suppléments à ces publications sont diffusés sur le site du MAAARO au *www.ontario.ca/cultures*.

1. Lutte intégrée

Définition de lutte intégrée

La lutte intégrée contre les ennemis des cultures tire parti de toutes les méthodes de lutte, dans le but de maintenir les ennemis des cultures en deçà des seuils de nuisibilité économique. Les méthodes de lutte peuvent être culturales, physiques, biologiques, comportementales et chimiques. La lutte intégrée vise à réduire au minimum les effets néfastes des pesticides tout en tenant compte des impératifs de rentabilité.

Les programmes de lutte intégrée reposent beaucoup sur l'information recueillie dans le cadre des systèmes culturaux et ils sont exigeants pour les producteurs. La mise en œuvre d'un programme de lutte intégrée nécessite une compréhension :

- de l'identification, de la biologie et des mœurs des organismes utiles et des organismes nuisibles;
- des techniques de surveillance et d'évaluation de la situation;
- des seuils d'intervention;
- de l'utilisation des outils de lutte appropriés et du moment optimal pour leur mise en œuvre;
- de la tenue de registres;
- des stratégies de gestion des résistances;
- des caractéristiques techniques et du mode de calibrage des pulvérisateurs.

Identification, biologie et mœurs des organismes utiles et des organismes nuisibles

De nombreux organismes différents sont présents dans les vergers de pommiers : des organismes nuisibles et des organismes utiles (abeilles mellifères, prédateurs, parasites et vers de terre), mais la plupart sont inoffensifs. La première étape de l'élaboration d'un programme de lutte intégrée consiste à identifier les organismes nuisibles et les organismes utiles qui sont présents dans le verger. Des erreurs d'identification peuvent donner lieu à des interventions inutiles ou à des interventions effectuées au mauvais moment. Il est également important de comprendre la biologie et les mœurs à la fois des auxiliaires de lutte et des ennemis à combattre. Par comprendre, on entend être en mesure de répondre aux questions suivantes : Quel est le cycle biologique de l'organisme? Quand et à quel stade fait-il son apparition dans le verger? Quels sont les dommages causés et quand apparaissent-ils? Quelles sont les conditions environnementales qui favorisent l'établissement et la propagation ou la multiplication des organismes présents?

Surveillance et évaluation de la situation

Les données recueillies au terme d'une surveillance assidue des populations d'organismes nuisibles et d'organismes utiles, les données météorologiques, les données sur la santé des végétaux et les symptômes de maladies sont des éléments clés des programmes de lutte intégrée. La surveillance (le dépistage) est nécessaire pour déterminer si une intervention s'impose et à quel moment, et quelle est la meilleure stratégie à adopter. Comme le dépistage comporte une part de subjectivité, il vaut mieux que ce soit toujours la même personne ou le même service qui s'en charge. Les renseignements sur les antécédents culturaux, le type de sol, les pulvérisations et les conditions météorologiques sont importants dans l'interprétation des résultats. Les registres où sont consignés ces données de même que l'endroit et le moment où sont apparues les infections ou infestations antérieures sont également très utiles pour comparer la situation d'une année à l'autre.

Matériel nécessaire à la surveillance

Le matériel nécessaire à la surveillance comprend :

- une loupe grossissant de 16 à 20 fois;
- des pièges, y compris des phéromones et des leurres, des cartes jaunes encollées (avec les appâts) et des plateaux de collecte;
- des sacs de collecte, des fioles et des marqueurs résistant à l'eau;
- des plans des vergers renseignant sur les cultivars, l'âge des peuplements, la végétation et les caractéristiques des environs;
- du ruban de marquage;
- une pelle ou une truelle robuste;
- un canif;
- des fiches de dépistage, des feuilles de collecte de données, un carnet à l'épreuve de l'eau et un crayon;
- des enregistreurs automatiques de données météorologiques;
- des documents de référence, comme les publications du MAAARO 360F, *Recommandations pour les cultures fruitières,* et 310F, *Lutte intégrée contre les ennemis du pommier.*

Pour une liste des fournisseurs de matériel de surveillance, voir l'annexe A, *Liste des fournisseurs de matériel de surveillance et d'agents de lutte biologiques,* p. 237.

Stratégies de surveillance

Trouver quelqu'un qui pourra inspecter le verger à intervalles réguliers et rapprochés. Cette tâche peut être confiée à toute personne, y compris le producteur, un travailleur agricole ou un consultant privé, qui possède un sens de l'organisation, sait tenir des registres, a le sens de la communication et a reçu une formation de base dans le dépistage et la lutte intégrée. La surveillance exige un bon sens de l'observation, de la diligence et la volonté de passer du temps dans le verger. Elle oblige aussi à examiner des échantillons de feuilles au microscope à la recherche d'acariens. Se servir des données historiques pour identifier les foyers d'infection ou d'infestation et les problèmes antérieurs. Tenir un registre des traitements pesticides et des autres interventions phytosanitaires effectués.

Pour une liste de consultants offrant des services de surveillance, communiquer avec le Centre d'information agricole du MAAARO au 1 877 424-1300.

Méthodes de surveillance

Le temps à consacrer à la surveillance varie en fonction de la saison, de la superficie du verger, des ennemis présents, de la gravité des infections ou infestations et de l'expérience du dépisteur. Quand un seuil d'intervention est presque atteint, il est recommandé de resserrer la surveillance. En moyenne, il faut compter un minimum de deux à trois heures par semaine pour inspecter un bloc de verger de 4 hectares. Garder à l'esprit à quel moment de la journée et sous quelles conditions météorologiques il est plus probable de déceler la présence des ennemis dans le verger.

À chaque opération de dépistage, noter la superficie inspectée, le stade phénologique des pommiers (stade de croissance, p. ex. bouton rose, floraison, calice, etc.), la gravité des infections, l'importance des populations d'insectes nuisibles et d'insectes utiles, les dommages observés et l'endroit où ils l'ont été. Consigner dans un registre chronologique, les précipitations, les températures maximales et minimales quotidiennes ainsi que les phénomènes météorologiques.

Deux fois par semaine, vérifier les pièges à phéromones (les mêmes jours chaque semaine) et, une fois par semaine, consigner les observations visuelles (des pousses terminales et des insectes recueillis dans les plateaux de collecte) et prélever des échantillons de feuilles. La surveillance doit se faire à partir du moment où les pommiers sont dormants, jusqu'à la cueillette. Se préparer aux opérations de dépistage en rassemblant tout le matériel nécessaire. Avant d'entrer dans le verger, s'assurer de pouvoir le parcourir en toute sécurité en vérifiant au préalable le registre de pulvérisations, en

dressant l'oreille et en recherchant des traces de roues pour s'assurer de l'absence de pulvérisateurs (figure 1–1). Si le registre des pulvérisations n'est pas affiché, l'obtenir du producteur avant d'entrer dans le verger.

Figure 1–1. Traces de roues laissées par le pulvérisateur.

Étudier les calendriers de lutte antiparasitaire pour savoir quand les différents ennemis du pommier sont actifs et comment s'y prendre pour en faire le dépistage. Effectuer la surveillance à peu près à la même heure chaque jour en se tenant dos au soleil pour observer l'intérieur de la frondaison. Inspecter des pommiers en plusieurs points du verger afin de bien évaluer la pression exercée par les ennemis à combattre. S'éloigner de manière à pouvoir découvrir d'éventuels schèmes de répartition des dommages, comme des plaques ou des zones clairsemées ou encore des zones où les pommiers paraissent pâles ou chétifs. S'approcher et examiner les bouquets de fruits, le dessous des feuilles, l'intérieur de la frondaison. Faire le dépistage du pourtour et de l'intérieur du verger séparément. Prêter une attention particulière aux pourtours du verger à proximité de boisés où poussent des hôtes sauvages, tels arbres fruitiers, vignes ou framboisiers. Au besoin, inspecter séparément les sujets appartenant au cultivar greffé et les porte-greffes, car les dommages peuvent s'y manifester différemment. Être au courant des différences variétales dans la sensibilité à certains insectes ravageurs et à certaines maladies.

Au cours de l'opération de dépistage, établir l'importance de l'infection ou de l'infestation ou la gravité des dommages, déterminer l'emplacement des foyers d'infection ou d'infestation et des dommages dans le verger, et évaluer à quand remontent les dommages et quel est le stade phénologique des pommiers touchés. Si le dépisteur ne parvient pas à identifier les organismes nuisibles en présence, il peut apporter un échantillon de l'insecte ou des tissus atteints à un consultant en culture local ou expédier son échantillon à la Clinique de diagnostic phytosanitaire à Guelph. Voir l'annexe B, *Services de diagnostic*, p. 239, pour plus d'information sur la façon de soumettre un formulaire de demande d'analyse.

Techniques de dépistage

Le dépistage des ennemis du pommier se fait à l'aide de différentes techniques dont l'échantillonnage, la collecte dans des plateaux et l'observation visuelle.

Échantillonnage

On prélève des échantillons de feuilles ou de dards qu'on examine ensuite au microscope pour y dénombrer les insectes et les acariens. Voici comment effectuer l'échantillonnage :

- Diviser les vergers de grande superficie en blocs de tout au plus 4 hectares. Dans la mesure du possible, on doit retrouver le même cultivar, le même porte-greffe, le même système de tuteurage, la même densité de peuplement et des sujets de même âge dans chaque bloc d'échantillonnage.
- Parcourir le bloc de verger en zigzag ou en formant un V, un Z ou un W, de manière à constituer un échantillon d'une surface représentative du verger. Le prélèvement d'échantillons véritablement aléatoires se fait difficilement au cours d'inspections sur le terrain.
- Détourner le regard des pommiers au moment de prendre des échantillons de feuilles et de fruits, pour éviter la tendance à choisir des feuilles ou des fruits endommagés et de biaiser ainsi l'échantillonnage.
- Placer les échantillons dans un sac de papier et conserver celui-ci au frais.

- Analyser les échantillons le plus tôt possible avant que les feuilles et les insectes ne s'assèchent ou ne meurent.
- Voir l'annexe C, *Analyse des échantillons de lambourdes et de feuilles*, p. 243.

Piégeage

Les pièges procurent de l'information qui :

- révèle l'importance des populations d'insectes et leur activité;
- sert à valider les modèles de degrés-jours utilisés pour prévoir l'apparition des stades des insectes;
- permet d'optimiser l'efficacité des techniques de lutte.

Comme les pièges ne servent la plupart du temps qu'à capturer des adultes, il arrive que les captures ne soient pas révélatrices de l'activité des larves responsables des dommages.

Pièges à phéromones

Les leurres phéromonaux sont des attractifs synthétiques propres à chaque espèce d'insecte, qui servent à attirer les papillons mâles adultes dans les pièges.

Utiliser les pièges à phéromones pour déterminer la présence ou l'absence d'ennemis et le premier vol substantiel ou les pics d'activité de certains ennemis (figure 1–2). Les pièges à phéromones sont moins utiles pour fournir de l'information sur les niveaux de population. Utiliser un seul piège pour déceler la présence d'une espèce en particulier. Les différents pièges à phéromones servent le plus souvent à déterminer le moment de la première capture substantielle de chaque insecte nuisible. Ce moment correspond au premier jour de capture de l'insecte qui est suivi de captures constantes et substantielles. Par exemple, si des carpocapses de la pomme sont capturés dans le piège le 30 avril et que d'autres encore le sont le 3 mai, on considérera le 30 avril comme la date de la première capture substantielle. On se sert de cette date dans le cadre des modèles de degrés-jours pour prévoir le moment de l'éclosion des premiers œufs et décider du moment optimal des interventions phytosanitaires. Lorsque la première capture substantielle est utilisée comme repère biologique aux fins d'un modèle de degrés-jours, il est important d'installer les pièges à phéromones dans le verger entre une et deux semaines avant le premier vol prévu de l'ennemi visé. Pour déterminer la première capture substantielle dans les pièges à phéromones, ne pas tenir compte des premières captures sporadiques. Des pièges à phéromones sont utilisés pour surveiller la tordeuse orientale du pêcher, le carpocapse de la pomme, la tordeuse à bandes obliques, la sésie du cornouiller et la mineuse marbrée du pommier (facultatifs) dans les vergers de pommiers.

Figure 1–2. Piège à phéromones dans un verger.

Les pièges a phéromones sont aussi très utiles dans le cadre des programmes de confusion des mâles, en fournissant de l'information sur leur efficacité. Pour en savoir plus sur la technique de confusion des mâles, se reporter à la p. 25.

Attractifs visuels

Les plaquettes jaunes encollées et les cartes blanches encollées tridimensionnelles attirent certains insectes parce qu'elles constituent un stimulus visuel. Ces pièges, qui réfléchissent la lumière correspondant à certaines longueurs d'onde que l'insecte reconnaît, attirent bien des espèces d'insectes, surtout les mouches. Ils servent à révéler la présence et l'abondance relative d'un insecte. Les plaquettes jaunes encollées et les pièges sphériques rouges (facultatifs) appâtés avec un attractif volatil servent au dépistage de la mouche de la pomme. La surveillance

de l'hoplocampe des pommes se fait au moyen de pièges encollés blancs tridimensionnels (figure 1–3).

Figure 1–3. Vérification des pièges à hoplocampes des pommes.

Comment se servir des pièges

- Placer les pièges à un endroit facilement accessible. Sauf exceptions (carpocapse de la pomme, mineuse marbrée, sésie du cornouiller), les pièges destinés à la plupart des insectes se placent habituellement à 1,5–2,0 m du sol. La disposition d'un piège à l'intérieur du verger et à l'intérieur de la frondaison peut influencer considérablement les captures. Pour savoir combien de pièges installer et quand et comment les installer dans les vergers, voir le tableau 3–1, *Guide de surveillance des vergers et seuils d'intervention dans les programmes de lutte intégrée*, au chapitre 3, *Recours à la lutte intégrée dans les vergers de pommiers.*
- Installer les pièges une ou deux semaines avant la date où l'insecte fait normalement son apparition.
- Dégager le feuillage et les branches entourant les pièges.
- Utiliser des pièges distincts pour chaque espèce en prenant soin d'inscrire clairement le nom de l'insecte visé.
- Les leurres phéromonaux sont spécifiques aux espèces et sont très facilement contaminés s'ils entrent en contact avec d'autres types de phéromones. S'abstenir de toucher aux leurres phéromonaux et de les manipuler ou de les entreposer à proximité de leurres destinés à d'autres espèces d'insectes, sous peine de les contaminer. Lorsque différents types de phéromones sont utilisés en même temps, porter des gants de latex jetables afin de prévenir toute contamination croisée, et maintenir une distance minimale de 40 m entre les pièges à phéromones destinés à des espèces différentes (ou la distance recommandée par le fabricant), afin de prévenir toute interférence.
- Ne pas placer les pièges phéromonaux à moins de deux ou trois rangées du pourtour du verger.
- Marquer clairement les arbres et les rangées où sont situés les pièges à l'aide de ruban de marquage. Marquer la branche et entourer la base de l'arbre d'un ruban.
- Vérifier les pièges deux fois par semaine et noter le nombre d'insectes capturés. Inscrire zéro dans le registre si aucun insecte n'est présent. Retirer les insectes à chaque visite. Voir l'annexe D, *Dénombrement des captures d'adultes dans les pièges*, p. 245.
- Les pièges nécessitent de l'entretien. Les remplacer quand ils deviennent trop sales ou qu'ils ne sont plus collants. Au moment de renouveler les pièges, transférer simplement le leurre dans le nouveau piège.
- Les leurres phéromonaux ont habituellement une durée de vie de trois à six semaines. Cependant, leur longévité varie selon les produits. Remplacer les leurres selon les directives du fabricant. Conserver au réfrigérateur les leurres phéromonaux qui n'ont pas été ouverts.

Pour une liste des fournisseurs de pièges et de phéromones, voir l'annexe A, *Liste des fournisseurs de matériel de surveillance et d'agents de lutte biologiques*, p. 237.

Tapotement des branches

La technique qui consiste à tapoter une branche au-dessus d'un plateau de collecte est excellente pour faire la surveillance d'ennemis comme la punaise de la molène, les chenilles défoliatrices du printemps et

des ravageurs de début de saison. La même technique peut servir à faire le dépistage d'insectes utiles (tels que coccinelles et chrysopes). Un plateau de collecte est fait d'un morceau de coton carré prérétréci qu'on étire autour d'un cadre de bois de manière à former une surface tendue et plane. Voir l'annexe E, *Fabrication d'un plateau de collecte*, p. 247. On tient le plateau sous la branche et on donne de petits coups secs sur la branche à l'aide d'un boyau en caoutchouc ou d'un bâton rembourré. Deux ou trois petits coups secs sur une branche font tomber les insectes sur le plateau où il est possible de les observer et de les compter (figure 1–4).

Figure 1–4. Surveillance des insectes par la technique du tapotement au-dessus d'un plateau de collecte.

Observation visuelle

Les observations visuelles fournissent de l'information importante sur la présence ou l'absence d'insectes nuisibles et d'insectes utiles, ainsi que sur leurs niveaux de population. Lors des opérations de dépistage dans les vergers de pommiers, toujours s'assurer d'inspecter les pousses terminales et les boutons à fruits à la recherche de pucerons, de tordeuses et d'insectes utiles. Rechercher les dommages laissés par les insectes, car ils sont souvent les seules traces des ravageurs, qui peuvent avoir disparu depuis un bon moment. Noter si les dommages sont récents ou non. Évaluer au hasard les fruits afin de déceler les dommages qui pourraient avoir été causés par le carpocapse de la pomme, la tordeuse orientale du pêcher, la tordeuse à bandes obliques, la mouche de la pomme, etc. Prendre des notes sur la santé et la vigueur des pommiers, car celles-ci peuvent aussi donner des indices d'infections ou d'infestations. Rechercher la présence sur les feuilles de symptômes de maladies comme la tavelure et le blanc. Voir l'annexe F, *Évaluation des pousses terminales*, p. 249, et l'annexe G, *Dommages aux fruits observés durant les opérations de dépistage hebdomadaires*, p. 251.

Les marques que portent les fruits au moment de la cueillette donnent une bonne indication des insectes et des maladies qui ont été présents au cours de la saison de croissance. Cette information peut servir à déterminer l'efficacité du programme de lutte intégrée et les changements qui devraient y être apportés au cours des années à venir. Les dommages observés sur les fruits peuvent aussi témoigner de l'échec des programmes de pulvérisation (attribuable à une résistance, à un mauvais recouvrement ou à d'autres problèmes) et peuvent servir à apporter des correctifs les années suivantes dans les stratégies de lutte contre les insectes et les maladies. Inspecter un échantillon de fruits provenant de chaque bloc du verger, identifier et consigner les dommages attribuables à des insectes et à des maladies. Voir l'annexe H, *Feuille d'évaluation de la récolte de pommes*, p. 253.

Surveillance et collecte de données météorologiques

La collecte de données météorologiques est un élément important de la mise en œuvre d'un programme de lutte intégrée qui donne des résultats. Pour la qualité des prévisions quant aux moments où les insectes apparaîtront et passeront par les différents stades de leur cycle biologique et quant aux moments où se produiront les flambées de maladies, il est important que les données météorologiques recueillies soient précises. Les conditions météorologiques peuvent varier considérablement entre deux vergers, même rapprochés, et au sein d'un même verger en raison de différences dans la topographie, le couvert végétal et la proximité à un plan d'eau. Les données météorologiques recueillies dans un verger ou à un emplacement précis peuvent ne pas refléter fidèlement la situation d'un autre verger de la même région. Les prévisions

météorologiques d'Environnement Canada ou de MétéoMédia fournissent de l'information utile, mais il est également important de consigner des données météorologiques à la ferme afin de prendre des décisions éclairées relativement aux programmes de lutte antiparasitaire. Des appareils à commandes manuelles ou automatiques permettent de recueillir des données météorologiques. Les instruments commandés manuellement sont moins coûteux et nécessitent moins d'entretien, mais ils obligent à prendre des relevés assidument. Les instruments à commandes automatiques font des relevés constants et permettent de télécharger les données recueillies sur un ordinateur personnel. Ces appareils étaient relativement coûteux dans le passé, mais on trouve aujourd'hui sur le marché des appareils plus abordables qui permettent de consigner des données météorologiques sur chaque site. Certaines entreprises offrent aux producteurs la possibilité d'installer à la ferme des stations météorologiques qui produisent des rapports sur place; c'est le cas de Weather Innovations Incorporated (WIN) et de Skybit. Le choix du moment des traitements phytosanitaires est très important et doit reposer sur des données météorologiques précises.

Voir l'annexe I, *Services météorologiques en ligne*, p. 255, pour une liste partielle des sources de données météorologiques offertes sur le Web.

Seuils d'intervention

Qu'est-ce qu'un seuil d'intervention?

Un programme de lutte intégrée utilise des seuils d'intervention, qui déterminent à partir de quel moment des traitements pesticides s'imposent pour prévenir des pertes économiques. En d'autres termes, on tolère certains dommages à la culture tant qu'ils n'excèdent pas le coût des interventions.

Les seuils d'intervention établis pour les ennemis directs (ceux qui se nourrissent des fruits et qui ont des répercussions immédiates sur la qualité du fruit) sont généralement plus bas que ceux qui sont établis pour les ennemis indirects (ceux qui se nourrissent des feuilles, des tiges ou des racines).

Les seuils d'intervention varient au fil de la saison de croissance. Les seuils établis pour les ennemis indirects (mineuse marbrée et acariens) sont souvent plus bas en début de saison quand il y a moins de feuilles que tard dans la saison quand le feuillage est abondant.

Dans le cas des insectes nuisibles, les seuils d'intervention correspondent habituellement à un certain nombre d'insectes par unité d'échantillonnage. Dans le cas des maladies, les seuils peuvent être établis en fonction des risques de dommages causés par les maladies. L'estimation est alors faite en tenant compte des modèles météorologiques, de la tolérance de la culture, de son stade phénologique et des observations sur le terrain.

Des seuils d'intervention n'ont pas été mis au point ni validés pour tous les ennemis des cultures en Ontario. Même les seuils d'intervention établis nécessitent des ajustements en fonction du cultivar, des marchés et de la vigueur de la culture. Les seuils d'intervention varient aussi selon le produit antiparasitaire utilisé. De nombreux pesticides à risque réduit n'ont pas un spectre d'action aussi large que les produits plus anciens, de sorte qu'ils doivent cibler davantage des stades particuliers. Par conséquent, les seuils d'intervention et le moment des traitements à l'aide de ces insecticides ne sont souvent pas les mêmes que pour les produits à large spectre plus anciens.

Se servir des seuils indiqués dans le tableau 3–1, *Guide de surveillance des vergers et seuils d'intervention dans les programmes de lutte intégrée*, p. 38, ainsi que de l'information détaillée sur les techniques d'échantillonnage, la taille des échantillons, la phénologie de la culture, le moment des pulvérisations et les caractéristiques des pesticides fournie au chapitre 4, *Organismes nuisibles et organismes utiles dans les vergers de pommiers.*

Modèles de degrés-jours

La lumière, l'humidité et surtout la température influencent la croissance et le développement des végétaux et de leurs ennemis. La croissance des insectes et des acariens est donc intimement liée à l'accumulation quotidienne de chaleur. Chaque nouveau stade de croissance nécessite en effet une somme de chaleur ou d'énergie précise.

A		B		C		D*		((A + B) ÷ C) – D
°C quot. max.	+	°C quot. min	÷	2	–	Temp. de base min.	=	DJC
15	+	5	÷	2	–	10	=	0

*La température de base minimale varie selon chaque insecte. Les températures de base minimales pour les ravageurs des pommiers en Ontario sont indiquées dans le tableau 3–1, *Guide de surveillance des vergers et seuils d'intervention dans les programmes de lutte intégrée*, p. 38.

La quantité de chaleur dont les insectes et les acariens ont besoin pour passer d'un stade de croissance à un autre est la même d'une année à l'autre, mais le temps nécessaire peut varier selon les conditions atmosphériques. À chaque insecte et acarien sont associés une température de base minimale et une température de base maximale au-dessous et au-dessus desquelles il n'y a pas de croissance.

Les degrés-jours (DJ) servent à évaluer la croissance et le stade des ravageurs durant la saison de croissance. Ils permettent de prévoir à quel moment surviendront des événements comme la ponte, l'éclosion des œufs, la migration des larves ou l'apparition d'une maladie, information qui sert ensuite à planifier le calendrier de surveillance et les programmes de pulvérisations. Par exemple, les degrés-jours peuvent permettre de prévoir le moment où surviendra le premier vol de carpocapses de la pomme adultes ou le pourcentage d'ascospores de la tavelure du pommier qui sont parvenus à maturité dans le verger.

Les abréviations DJC et DJF correspondent respectivement à degrés-jours Celsius et à degrés-jours Fahrenheit. Il est important de connaître dans quel système (international ou impérial) les degrés-jours sont exprimés.

Plusieurs méthodes permettent de calculer les DJ, mais la méthode habituellement utilisée avec du matériel de surveillance ordinaire est la méthode de la moyenne ou la méthode des « max./min. ». Les DJ pour un organisme en particulier sont calculés comme suit.

Les DJ s'accumulent quotidiennement jusqu'à ce que le total applicable à un ennemi en particulier soit atteint. La méthode de la moyenne fonctionne plutôt bien la plupart du temps, mais elle peut mener à des erreurs dans le choix du moment des traitements lors des longs printemps frais ou des étés très chauds, parce qu'elle peut soit sous-estimer les DJ réels dans le premier cas ou les surestimer dans le second.

Voici un exemple des résultats obtenus par la méthode de la moyenne pour une journée de printemps relativement fraîche :

Températures de base établies aux fins du calcul des DJ pour un organisme sous observation donné :
Température de base minimale = 10 °C
Température de base maximale = 35 °C

Pour une journée donnée :
Température minimale = 5 °C
Température maximale = 15 °C

Nombre de DJC accumulés au cours de cette journée = [(15 + 5)/ 2] – 10 = 0

La température maximale était plus élevée que la température de base applicable à l'insecte, de sorte que la croissance et le développement étaient possibles pour au moins une partie de la journée. Cependant, aucun DJ ne fut accumulé. Cet exemple illustre comment les températures fraîches, particulièrement au cours de plusieurs journées, peuvent mener à une sous-estimation du développement des insectes.

Les DJ commencent à s'accumuler soit à partir d'une date précise, comme le 1er avril de chaque année, soit à partir d'un repère biologique (*biofix*, en anglais) précis, qui correspond à un événement en particulier. La première capture substantielle dans les pièges phéromonaux constitue un repère biologique couramment utilisé dans le cas des insectes. L'utilisation d'un repère biologique conduit à des prévisions plus précises et permet d'abréger la durée de la surveillance.

Les modèles de DJ comportent des limites :

- Des facteurs comme l'humidité, l'intensité de la lumière et les précipitations influencent aussi le développement des insectes. Par conséquent, les prévisions de DJ ne fournissent qu'une estimation du développement de l'organisme nuisible, qu'il reste à valider à partir des observations recueillies sur le terrain.
- Les températures utilisées pour déterminer les DJ doivent correspondre à celles du milieu dans lequel les organismes se développent. Utiliser des données provenant d'endroits situés dans un rayon d'au plus 1,6 km (1 mille) du verger ou du champ qui fait l'objet de la surveillance.
- Des modèles de DJ ont été mis au point et validés en Ontario pour quelques ennemis seulement du pommier.

Utilisation des bons outils de lutte et au bon moment

Lutte biologique

La lutte biologique fait appel à l'action d'antagonistes naturels afin de contraindre les populations des ennemis des cultures. Ces antagonistes naturels, également appelés « organismes utiles » ou « auxiliaires de lutte » peuvent être des prédateurs, des parasites, des agents pathogènes ou des nématodes. Ils sont surtout efficaces pour maîtriser les populations d'ennemis indirects comme les pucerons, les cicadelles et les acariens. Ils le sont moins lorsqu'il s'agit de maintenir à des niveaux acceptables en production commerciale, les populations d'ennemis directs (ceux qui s'attaquent au produit récolté). Parmi les acariens et insectes utiles importants en pomiculture, mentionnons les carabes, les punaises de la molène, les punaises anthocorides, les chrysopes, les coccinelles et les phytoséiides.

Méthodes de lutte biologique

La lutte biologique classique repose sur l'importation d'ennemis naturels exotiques et sur leur établissement à long terme dans leur nouvel environnement. Cette méthode est généralement employée pour lutter contre des ennemis introduits ou exotiques; elle consiste à importer des ennemis naturels de l'organisme à combattre du lieu même d'où celui-ci provient. Ainsi, pour lutter contre l'hoplocampe des pommes, a-t-on introduit dans les vergers du Québec et de l'est de l'Ontario, la larve parasite spécifique à cette espèce, *Lathrolestes ensator* (Brauns). Les vergers où le parasite a été établi servent de milieux de reproduction et de points de départ pour la dissémination des larves parasites vers les vergers infestés par l'hoplocampe des pommes.

Des lâchers périodiques et des manipulations de l'environnement destinées à rendre le milieu naturel plus favorable aux ennemis naturels permettent d'accroître les populations ou l'activité des ennemis naturels. Le recours à ces méthodes peut obliger à offrir des sources de nourriture de remplacement ou des abris aux insectes utiles et à modifier certaines pratiques culturales et pratiques de pulvérisations. Par exemple, certains exploitants ont essayé de favoriser le rétablissement de populations d'insectes utiles en faisant des lâchers d'acariens prédateurs comme *Typhlodromus pyri* et *Amblyseuis fallacis.*

Les pratiques de conservation visent à protéger et à maintenir les populations endémiques d'auxiliaires de lutte par la modification des pratiques de pulvérisation et des pratiques culturales. On conserve ainsi prédateurs et parasitoïdes en évitant d'utiliser certains insecticides quand ces auxiliaires sont actifs dans le verger. Par exemple, on évite d'utiliser des insecticides à base d'organophosphorés passé le stade calice, afin d'éviter de nuire à *Pholetesor ornigis*, un parasitoïde important de la mineuse marbrée. Les populations d'auxiliaires de lutte présentes à l'état naturel profitent de l'habitat avoisinant et du milieu que leur offre la culture. Pour que les insectes utiles puissent continuer à procurer une maîtrise temporaire des infestations, les programmes de lutte intégrée cherchent non seulement à atténuer le plus possible les répercussions que les pesticides peuvent avoir sur eux, mais également à leur assurer un habitat optimal. Voici des pratiques de nature à protéger les insectes utiles dans les vergers :

- Éviter d'utiliser des pesticides qui sont toxiques pour les organismes utiles les plus importants dans le système cultural. Voir le tableau de la publication

360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières*, intitulé « Toxicité relative des pesticides pour les abeilles ».

- Favoriser un habitat diversifié sur les pourtours du verger pour que les insectes utiles puissent y vivre. Les petites plantes à fleurs sont une source importante de nourriture pour les guêpes parasites. Voir l'annexe J, *Attrait de certaines plantes pour les insectes utiles*, p. 257.
- Éviter de laisser le sol trop à nu. Des résidus de culture, du paillis ou une couverture végétale favorisent les carabes et autres prédateurs importants dans le sol. Il faut savoir cependant que de tels insectes attirent les campagnols des prés et que ceux-ci laissent des anneaux dénudés d'écorce sur les troncs des pommiers.

Lutte culturale

Bien des pratiques culturales peuvent avoir un effet sur l'efficacité du programme de lutte intégrée mis en place dans un verger de pommiers. La clé du succès consiste à mettre à contribution des pratiques culturales qui maximisent la rentabilité du verger et préservent la santé des pommiers. Même si ces pratiques ne maximisent pas nécessairement les rendements, elles améliorent certainement la qualité des fruits et la rentabilité globale du verger. De nombreuses méthodes de lutte culturale peuvent prévenir ou retarder l'apparition de foyers d'infection ou d'infestation. Il y a un certain nombre de pratiques culturales à considérer.

Choix de l'emplacement du verger

Au moment de choisir l'emplacement d'un verger, songer à l'influence qu'exercera cet emplacement. Si les plantations sont faites aux abords d'un terrain boisé ou d'une terre agricole abandonnée, il se peut qu'on l'on ait à faire face à des problèmes causés par des vertébrés nuisibles tels que rongeurs, léporidés et cervidés. Par ailleurs, les hôtes intermédiaires ou les hôtes sauvages qui poussent dans les boisés peuvent aussi abriter des populations d'organismes nuisibles.

L'établissement d'un verger à un endroit où la circulation d'air est déficiente ou dans des baissières peut retarder l'assèchement après des précipitations et rendre les pommiers plus vulnérables aux maladies. De la même façon, il faut éviter les sites venteux où les pulvérisations donneront un moins bon recouvrement et où la maîtrise des ravageurs laissera à désirer. Des brise-vent contribuent à corriger ce problème et à réduire au minimum la dérive des pesticides.

Un mauvais drainage risque d'exposer les porte-greffes sensibles à la pourriture phytophthoréenne des racines, un facteur de stress supplémentaire pour les pommiers en croissance. Au besoin, installer des tuyaux de drainage souterrain avant les plantations.

Les acariens ont tendance à se multiplier rapidement le long des routes et des allées poussiéreuses, en raison de la couche de poussière qui empêche un contact étroit entre les pesticides et les feuilles. Dans la mesure du possible, planter la dernière rangée de pommiers à distance des routes non revêtues.

Éviter de planter des pommiers sur des terrains récemment occupés par un verger. Pour que le sol se repose, le laisser en jachère ou y semer une culture de couverture le temps que diminuent les populations de nématodes et d'organismes terricoles associés à des problèmes chez les pommiers.

Les hôtes sauvages et les arbres fruitiers abandonnés peuvent abriter certains des ennemis les plus redoutables des vergers et servir de réservoirs d'organismes nuisibles. Certains producteurs préfèrent éliminer carrément les hôtes intermédiaires se trouvant dans un rayon de 250 m du verger. Si l'éradication est complète et qu'elle est effectuée périodiquement, cette pratique peut réduire de beaucoup la nécessité de recourir à des pulvérisations. Voir le tableau 1–1, *Autres hôtes des ennemis du pommier*, pour une liste des espèces servant d'hôtes intermédiaires aux ennemis du pommier.

Tableau 1–1. Autres hôtes des ennemis du pommier

Ennemi	Autres hôtes
Blanc (oïdium)	Pommier, poirier, cognassier
Brûlure bactérienne	Sorbier d'Amérique, poirier, buisson ardent, rosacées (au delà de 125 espèces)
Carpocapse de la pomme	Abricotier, cerisier, pommetier, aubépine, prunier, cognassier, arbres à drupes (fruits à noyau), arbres à noix
Chancres	Feuillus, aubépine, cognassier, amélanchier, pommier sauvage
Charançon de la prune	Abricotier, cerisier, pommetier, aubépine, nectarinier, pêcher, poirier, prunier, cognassier
Chenilles défoliatrices du printemps	Cerisier, arbustes à feuilles caduques, vigne, feuillus, pêcher
Cicadelle blanche du pommier	Cerisier, prunier
Cicadelle de la pomme de terre	Luzerne, vigne, fraisier, au delà de 200 plantes hôtes
Cochenille de San José	Groseilliers et cassissiers, pêcher, poirier, prunier, plus de 700 plantes-hôtes répertoriées
Cochenille ostréiforme	Abricotier, bouleau, cerisier, groseilliers et cassissiers, nectarinier, pêcher, poirier, prunier, cognassier
Cochenille virgule	Abricotier, cotonéaster, arbres à feuilles caduques et arbustes fruitiers, vignes, aubépine, poirier, framboisier
Mineuse marbrée	Pommier, pommetier, aubépine, prunier, cognassier, cerisier sauvage
Mouche de la pomme	Abricotier, cerisier, pommetier, aubépine, poirier, prunier, pommier sauvage
Noctuelle des fruits verts	Arbustes et arbres fruitiers, d'ombre et forestiers
Pique-bouton du pommier	Mûrier de ronce, cerisier, aubépine, poirier, prunier, cognassier, framboisier, rosier, arbres à drupes (fruits à noyau)
Puceron lanigère	Cotonéaster, orme, aubépine, sorbier d'Amérique, pommier ornemental, poirier, buisson ardent, cognassier
Puceron rose du pommier	Plantain lancéolé, poirier
Puceron vert du pommier	Pommetier, aubépine, sorbier d'Amérique, poirier, cognassier
Punaise de la molène	Vigne, molène, chêne, rosacées, poirier, pomme de terre, amélanchier, rosier sauvage
Punaise terne	Pissenlit, stellaire moyenne, pêcher, poirier, amarante, prunier, nectarinier, cognassier, maintes autres espèces végétales
Rouille du cognassier	Aubépine, certains genévriers (dont le genévrier de Virginie)
Rouille du genévrier	Pommier, genévrier de Virginie *(Juniperus virginianae)*, pommetier ornemental, aubépine
Sésie du cornouiller	Bouleau, bleuetier, cornouiller, cerisier ornemental, caryer, sorbier d'Amérique, chêne, pacanier, saule
Tavelure du pommier	Pommier, pommetier
Tétranyque à deux points	Cerisier, nectarinier, plantes ornementales, pêcher, poirier, prunier, mauvaises herbes, plus de 150 cultures d'importance économique
Tétranyque rouge	Arbres fruitiers à feuilles caduques, arbres forestiers à feuilles caduques, orme, vigne, prunier, framboisier, rosier
Tordeuse à bandes obliques	Mûrier de ronce, cerisier, maintes espèces de la famille des rosacées, peuplier, prunier, framboisier, rosier, arbres à drupes (fruits à noyau)
Tordeuse à bandes rouges	Cerisier, vigne, espèces ornementales, pêcher, prunier, plusieurs espèces à petits fruits, cultures légumières, mauvaises herbes
Tordeuse orientale du pêcher	Nectarinier, pêcher, poirier

Choix de cultivars et de porte-greffes

Les cultivars et porte-greffes commerciaux n'ont pas tous la même sensibilité aux organismes nuisibles. Dans la mesure du possible, éviter d'utiliser des cultivars greffés sensibles à un ennemi qui sévit bon an mal an dans le verger. Les porte-greffes affichent aussi une sensibilité variable à des maladies comme la pourriture phytophthoréenne des racines.

On trouve sur le marché des cultivars et des porte-greffes qui tolèrent certaines maladies et certains insectes, notamment la tavelure, le blanc, la brûlure bactérienne, les rouilles, la pourriture phytophthoréenne des racines et le puceron lanigère. À ce jour, les cultivars greffés résistant à la tavelure ne sont pas largement acceptés, car ils donnent souvent des fruits de qualité inférieure, qui s'entreposent mal et sont difficiles à commercialiser. Mettre à l'essai les nouveaux cultivars tolérants mis sur le marché et, avant de les adopter à grande échelle, sonder les marchés pour les cultivars résistant aux maladies qui se révèlent acceptables. Voir la section consacrée aux cultivars résistant à la tavelure pour plus d'information. Afin de connaître la résistance des cultivars à la brûlure bactérienne, voir le tableau 4–12, *Résistance relative à la brûlure bactérienne des cultivars et des porte-greffes de pommiers*, p. 173.

Systèmes de gestion des sols

La composition du couvre-sol qui recouvre en permanence le verger a une influence sur les ennemis présents, comme la punaise terne, le tétranyque à deux points, le charançon de la prune et la punaise de la molène.

Si le sol des allées doit être enherbé en permanence, choisir un mélange de graminées qui procure un couvert végétal fourni offrant une grande longévité. Ce type de couvert offre moins de prise aux dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges) et aux graminées sauvages, qui sont des hôtes des nématodes et de la punaise terne. Les techniques visant à réduire les infestations par les pissenlits facilitent le choix du moment des interventions phytosanitaires en préfloraison en réduisant les risques que les abeilles ne soient attirées dans le verger par les pissenlits en fleurs. Pour maintenir une croissance vigoureuse en présence d'une pelouse, l'irrigation est parfois indispensable dans les sols sableux ou là où l'on utilise des porte-greffes nanifiants.

Si des mauvaises herbes servant d'hôtes intermédiaires à des ennemis du pommier, comme la stellaire moyenne et le lierre terrestre, s'établissent dans la pelouse, éviter de tondre celle-ci entre le stade du bouton rose avancé et le calice, moment où les punaises ternes s'en nourrissent. Les fétuques courtes à pelouse (fétuque élevée et fétuque rouge traçante) sont d'excellents couvre-sol et procurent une certaine maîtrise temporaire des nématodes. On peut aussi utiliser des mélanges pour pelouse qui renferment des graminées et des légumineuses, mais il faut savoir que les légumineuses fourragères peuvent entraîner une libération d'azote au mauvais moment et risquent d'attirer la punaise terne.

Tondre la pelouse ou le couvre-sol à une fréquence suffisante pour empêcher les arbres d'être soumis à une concurrence trop forte et éviter le gonflement des populations de punaises ternes et de tétranyques à deux points. Pour de l'information sur la gestion des sols dans les vergers, consulter le site du MAARO, *www.ontario.ca/cultures*.

Choix du mode de formation

La tendance à la densification des peuplements à l'aide de systèmes de formation plus intensifs oblige à apporter des rajustements aux pratiques de lutte antiparasitaire. Dans ces vergers où la cueillette se fait plus facilement, chaque feuille a son importance dans l'obtention de fruits de marché, et très peu d'infections et d'infestations sont tolérées. Les jeunes plantations étant sensibles aux pressions exercées par les organismes nuisibles, les premières années, les récoltes peuvent être plus tardives.

Dans un verger à haute densité, les jeunes fruits en croissance sont davantage exposés, ce qui assure une meilleure pénétration de la bouillie lors des pulvérisations. Pour des résultats optimaux, il faut donc modifier la configuration du pulvérisateur. Les vergers à haute densité favorisent l'assèchement de la bouillie après les pulvérisations, ce qui contribue à

réduire la pression exercée par la tavelure et le blanc. Toutefois, ces vergers tolèrent moins la pression exercée par les acariens et les cicadelles, ce qui oblige un dépistage assidu de ces ennemis.

Nutrition

Un programme de nutrition équilibré produit des arbres sains aptes à mieux résister aux pressions exercées par les organismes nuisibles. Des analyses foliaires périodiques permettent de déceler tout déséquilibre d'azote (N), de potassium (K), de magnésium (Mg) et de différents oligo-éléments. Voir la fiche technique du MAAARO n° 96-174, *Les analyses foliaires pour les cultures fruitières.*

Les teneurs en N, qu'elles soient excessives ou insuffisantes, peuvent être la plus grande cause d'infections ou d'infestations. En trop grande quantité, l'azote provoque une croissance luxuriante qui donne prise à la brûlure bactérienne et à des infestations, notamment par les pucerons et les cicadelles. Un feuillage dense et fourni empêche la bouillie de bien pénétrer le feuillage et augmente les problèmes de maladies en raison d'un assèchement lent.

Les carences en N affaiblissent les pommiers, les rendent plus vulnérables aux chancres et aux attaques des acariens, des cicadelles et des mineuses marbrées.

Un déséquilibre de K nuit davantage à la qualité du fruit que des infections ou des infestations. Toutefois, l'équilibre entre les teneurs en N et en K est important pour que les arbres ne souffrent pas des rigueurs de l'hiver et qu'ils ne présentent pas de chancres par la suite. Des teneurs élevées en K peuvent nuire à l'absorption du Mg, ce qui peut amener une chute prématurée des fruits, surtout si l'on est en même temps en présence d'une infestation par la mineuse marbrée.

Les problèmes posés par les oligo-éléments produisent des symptômes s'apparentant à ceux qui sont attribuables à des maladies ou à des ravageurs. Les taches rouges sur l'écorce du cultivar Red Delicious, causées par une teneur excessive en manganèse, font penser aux dommages causés par l'huile ou à la déshydratation causée par l'hiver. Elles sont aussi parfois confondues avec des dommages causés par des cochenilles. Certains pesticides renferment des oligo-éléments comme le zinc et le manganèse (c.-à-d. le Manzate et le Polyram) qui peuvent fausser les résultats d'analyse.

Techniques d'élagage

Un élagage sévère des pommiers au stade de dormance stimule à l'excès la production de gourmands, ce qui peut donner lieu à des infestations de pucerons, à la brûlure bactérienne et à une nouaison qui laisse à désirer. Un élagage annuel modéré est recommandé. Dans tous les systèmes de conduite du verger, il est bon d'élaguer et de tuteurer les pommiers afin d'en ouvrir la frondaison.

L'enlèvement du bois mort et des fruits momifiés en période de dormance aide à maîtriser la pourriture du bois, la pourriture noire, la brûlure bactérienne et d'autres maladies. Débarrasser le verger des arbres et du bois malades et les détruire.

Lutte contre les mauvaises herbes

En pomiculture, la lutte contre les mauvaises herbes vise à éliminer temporairement les mauvaises herbes qui poussent au pied des pommiers durant les périodes critiques de la croissance des arbres et du développement des fruits. On maintient généralement une bande exempte de mauvaises herbes sous les pommiers, du stade de la préfloraison jusqu'au début de l'été. À partir de ce moment, les mauvaises herbes sont tolérées si leur croissance est faible, car elles procurent alors un refuge à certains insectes et acariens utiles, sans livrer à la culture une concurrence de nature à nuire au calibre des fruits. L'herbicide 2,4-D amine enraie les dicotylédones, ce qui réduit le nombre d'hôtes intermédiaires de la punaise terne, du tétranyque à deux points et de l'organisme responsable de la pourriture sclérotique.

Détruire les mauvaises herbes qui abritent des ennemis comme les nématodes et les virus. Éviter les fortes infestations par les mauvaises herbes, surtout au pied des pommiers, afin de décourager l'activité des rongeurs, particulièrement à la fin de l'automne et durant l'hiver. Voir le chapitre 4, *Organismes nuisibles et organismes utiles dans les vergers de pommiers*, p. 51, pour

plus d'information sur les stratégies de lutte contre les mauvaises herbes.

Hygiène

Immédiatement après la cueillette, débarrasser le verger des pommes tombées au sol, afin d'éviter d'y attirer campagnols, lapins, lièvres et cerfs durant les mois d'hiver. L'enlèvement des pommes tombées au sol contribue également à réduire le nombre de pupes de la mouche de la pomme qui passent l'hiver à l'abri dans le verger.

Le déchiquetage des feuilles avant la première neige réduit la quantité de spores de la tavelure et le nombre de pupes de la mineuse marbrée qui résistent à l'hiver à l'abri dans les feuilles.

Éviter de laisser des tas de broussailles ou du bois cordé à l'intérieur ou à proximité du verger, car ils peuvent constituer une source d'inoculum pour des maladies comme la pourriture noire, servir de sites d'hivernation pour des insectes comme le charançon de la prune ou offrir un refuge à des animaux comme les lapins et les lièvres.

Les ennemis du pommier trouvent également refuge dans les piles de caisses, surtout dans les régions aux prises avec un problème de résistance aux pesticides. Il faut donc nettoyer les caisses et les inspecter pour y déceler d'éventuelles pupes et larves avant de les empiler dans le verger ou à proximité.

Utiliser du matériel végétal certifié exempt de maladies ou de virus. Avant de planter des pommiers, les inspecter afin de s'assurer qu'ils ne présentent aucun symptôme de maladies comme la brûlure bactérienne et la tumeur du collet. Ne jamais planter de sujets malades.

Irrigation

L'irrigation faite au bon moment peut réduire le stress que subissent les végétaux durant les périodes de sécheresse et augmenter leur tolérance aux ennemis des cultures. Pour éviter les flambées de maladies, adopter un calendrier d'irrigation qui évite que le feuillage ne reste mouillé pendant de longues périodes.

Lutte chimique

La lutte chimique (recours aux pesticides de synthèse, inorganiques, botaniques et biologiques) détruit les organismes visés et atténue les infections et infestations ultérieures, ce qui en fait un outil précieux en pomiculture, dans le cadre d'un programme de lutte intégrée.

Bien comprendre le cycle vital de l'organisme combattu et faire les traitements phytosanitaires au stade où celui-ci est le plus vulnérable.

- Pour lutter contre les insectes et les acariens, surveiller les blocs du verger de près et pulvériser quand les seuils d'intervention établis pour chaque espèce sont atteints.
- Pour lutter contre les maladies cryptogamiques (fongiques), épandre les fongicides protecteurs lorsque les conditions météorologiques sont propices aux infections, avant l'apparition des dommages.

Pesticides à risque réduit et biopesticides

Le programme de lutte intégrée contre les ennemis du pommier a été mis au point en fonction de vieux produits à large spectre destinés à lutter contre les ennemis des cultures d'importance économique. On trouve maintenant sur le marché au Canada un certain nombre de produits à risque réduit et de biopesticides de remplacement qu'on peut utiliser en Ontario dans les vergers de pommiers.

Les pesticides à risque réduit sont des produits qui, comparativement à d'autres, présentent un risque moins élevé pour la santé humaine et l'environnement. L'intérêt de ces produits vient de ce qu'ils présentent une ou plusieurs des caractéristiques suivantes que n'ont pas les autres produits homologués conçus pour la même utilisation :

- risque faible pour la santé humaine;
- faible toxicité pour les organismes non visés;
- faible potentiel de contamination des eaux souterraines, des eaux de surface ou d'autres ressources environnementales à protéger.

Une meilleure compréhension et une plus grande utilisation des pesticides à risque réduit

Tableau 1–2. Exemples de pesticides à risque réduit utilisés en pomiculture en Ontario

Nom du produit	Matière active	Type de produit ou d'utilisation
Acramite 50 WS	bifénazate	acaricide
Apogee	prohexadione-calcium	régulateur de croissance des plantes
Assail 70 WP	acétamipride	insecticide
Confirm 240F	tébufénozide	insecticide
Flint 50 WG	trifloxystrobine	fongicide
Intrepid 240F	méthoxyfénozide	insecticide
Scala SC	pyriméthamil	fongicide
Success 480 SC Entrust 80W	spinosad	insecticide
Vangard 75 WG	cyprodinil	fongicide

Source : Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). Mise à jour sur les produits à risque réduit : Mise à jour sur les pesticides à risque réduit au Canada (RR2007-01) *http://hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_decisions/rr2007-01/index-fra.php*.
Pour consulter la Directive d'homologation : Initiative de l'ARLA concernant les pesticides à risque réduit (DIR2002-02), voir *http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_pol-guide/dir2002-02/index-fra.php*.

et des produits qui constituent des solutions de rechange moins toxiques aux pesticides classiques contribueront à accroître la viabilité et l'efficacité des stratégies de lutte intégrée.

Les biopesticides sont des pesticides qui proviennent de matières naturelles telles que les animaux, les végétaux, les bactéries et les minéraux. Bien que bon nombre soient moins toxiques que les pesticides traditionnels et posent un moindre risque, d'autres peuvent être assez toxiques. Les biopesticides comprennent des pesticides microbiens et des pesticides biochimiques.

Les pesticides microbiens ont, comme matière active, des micro-organismes utiles tels que bactéries, champignons, virus ou protozoaires. Ils sont relativement spécifiques à l'ennemi visé et renferment les diverses sous-espèces et souches de *Bacillus thuringiensis*. Voici des exemples de pesticides microbiens utilisés dans les cultures fruitières en Ontario :

- Dipel 2X DF, Foray 48 BA et Bioprotec CAF (contiennent *Bacillus thuringiensis*);
- Virosoft (*Cydia pomonella* ou virus à granules du carpocapse de la pomme);
- Bloomtime Biological FB et Blightban C9-1 (contiennent des souches de *Pantoae agglomerans*).

Les pesticides biochimiques sont des substances qu'on trouve dans la nature et/ou des substances analogues de synthèse qui sont des molécules fabriquées semblables aux substances présentes à l'état naturel. Voici des exemples de pesticides biochimiques utilisés dans les cultures fruitières en Ontario :

- les phéromones sexuelles synthétiques servant à l'application de la technique de confusion des mâles;
- le kaolin, comme le phytoprotecteur Surround WP, servant à l'application de la technologie du film de particules;
- les spinosynes qui proviennent de la fermentation de la bactérie terricole *Sacharopolyspora spinosa* (Spinosad).

Voici d'autres produits classés parmi les biopesticides, qui contiennent des régulateurs de croissance des plantes :

- Accel, Maxcel et Promalin;
- Retain;
- Smart Fresh, (1-MCP), un produit qui s'emploie en post-cueillette

Tenue des registres

Les craintes relatives à la salubrité des aliments sur les marchés locaux et mondiaux renforcent l'importance accordée à la traçabilité des produits alimentaires. La tenue de registres est l'un des éléments clés des programmes de lutte intégrée et un élément important pour qui veut satisfaire aux exigences du marché.

Un bon système de tenue des registres :

- fournit de l'information qui peut être demandée plus tard;
- est facile à comprendre;
- est facile à consulter.

Voici les six principaux types de registres ou de documents à constituer et à conserver en lieu sûr :

Carte du verger – précisant les différents blocs et, pour chacun, le cultivar greffé, le porte-greffe ainsi que l'âge et l'espacement des arbres. Y indiquer l'emplacement des dépressions, des poches de gel, des tuyaux de drainage, des cours d'eau, des clôtures, des bâtiments, des boisés et des champs attenants (figure 1–5).

Rapports de surveillance – renseignant sur les maladies, insectes et acariens à combattre ainsi que sur les populations d'auxiliaires de lutte présents. Voir l'annexe K, *Exemple de rapport de surveillance*, p. 261.

Bulletins météorologiques quotidiens – indiquant, pour chaque jour, les températures maximale, minimale et moyenne, les précipitations, le degré d'ensoleillement ou d'ennuagement, la vitesse et la direction des vents, le nombre d'heures pendant lesquelles le feuillage est resté mouillé. Voir l'annexe L, *Registre d'observations météorologiques*, p. 263.

Périodes critiques pour les infections – prévoyant les dates probables des flambées de maladies comme la tavelure et la brûlure bactérienne, à partir des modèles de prévision et des modèles météorologiques.

Fiches d'évaluation de la récolte – révélant l'étendue des dommages causés aux fruits par les insectes et les maladies ainsi que l'incidence de la roussissure, des dommages causés par la grêle et de divers désordres physiologiques. Voir l'annexe H, *Feuilles d'évaluation de la récolte de pommes*, p. 253.

Registres des pulvérisations – indiquant les pulvérisations de pesticides, de régulateurs de croissance des plantes, d'engrais et d'éléments nutritifs, les blocs traités, la date des traitements, les ennemis visés, les produits utilisés, la dose (quantité à l'hectare), la vitesse d'avancement du pulvérisateur, les conditions météorologiques, etc. Voir l'annexe M, *Exemples de registre de pulvérisations*, p. 265.

Les avantages d'un bon système de tenue des registres sont les suivants :

- information détaillée sur les pratiques de lutte;
- registre précis de l'activité des organismes nuisibles, permettant au pomiculteur et au consultant de poser un diagnostic et d'évaluer les problèmes présents dans le verger;
- possibilité de confronter les détails recueillis sur les infections et les infestations aux évaluations des récoltes et de découvrir ainsi des schèmes reproductibles d'une année à l'autre;
- possibilité de confronter les évaluations des récoltes aux registres de pulvérisations, de découvrir ainsi ce qui a fait défaut et d'apporter des améliorations au fil des ans;
- registres des pulvérisations indiquant les bonnes façons de procéder, comment les problèmes sont résolus, s'il y a eu des déversements accidentels et des cas d'empoisonnement;
- registres à jour et accessibles sur les antiparasitaires employés, indiquant les délais de non-retour dans les zones traitées à respecter pour garantir la sécurité de tous les travailleurs;
- possibilité de respecter les exigences des acheteurs et les protocoles d'étiquetage obligatoires.

Le logiciel FruitTracker mis au point récemment en Ontario aide les producteurs à tenir leurs registres à jour. Ce logiciel génère à l'intention des producteurs et des acheteurs, des rapports qui satisfont aux exigences des acheteurs sur les marchés nationaux et internationaux quant à la salubrité des aliments et aux bonnes pratiques agricoles.

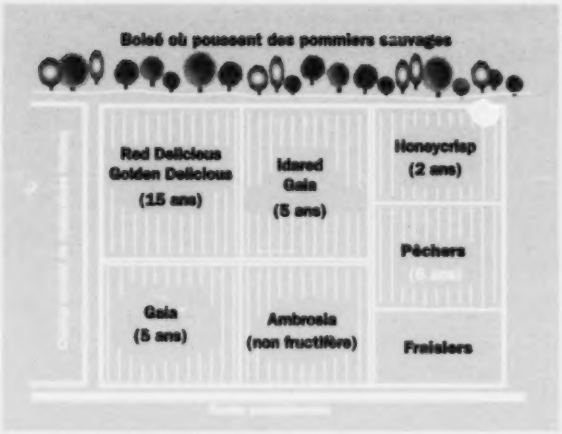


Figure 1–5. Carte d'un verger.

Gestion des résistances aux pesticides

Les échecs des interventions phytosanitaires ne sont pas nécessairement causés par la résistance aux pesticides. Avant de supposer qu'une population est résistante à un produit, garder à l'esprit que des facteurs comme le choix du produit, le volume d'eau, la dose, le calibrage, le recouvrement, le moment du traitement, le pH de la bouillie et les conditions météorologiques peuvent aussi influencer l'efficacité du traitement.

Un ravageur est considéré comme étant « résistant » à un pesticide lorsqu'il survit à la dose prescrite de pesticide qui suffisait auparavant pour le tuer. La résistance à un pesticide est un caractère héréditaire qui peut se transmettre de génération en génération. Souvent, un très faible pourcentage de la population acquerra des gènes de résistance par une mutation naturelle, qui permet à ces individus de devenir insensibles à un produit en particulier. La résistance se développe parce qu'un petit nombre d'individus naturellement résistants survivent à chaque traitement, alors que les individus sensibles sont détruits. Les survivants se multiplient et transmettent leurs caractères résistants à la génération suivante. Tôt ou tard, les individus résistants remplacent la plupart des individus sensibles. Une fois que la population résistante domine, le pesticide devient inefficace. Dans le cas des ravageurs et des maladies caractérisés par un cycle biologique court et de multiples générations par an, la résistance aux pesticides peut apparaître très rapidement. Les résistances peuvent être coûteuses pour le pomiculteur.

Le développement et l'homologation de nouveaux produits sont onéreux et prennent beaucoup de temps. L'utilisation judicieuse des pesticides aide à réduire le développement de la résistance des populations et à conserver l'efficacité des produits existants.

Pour élaborer une stratégie de lutte contre les résistances dans le cadre d'un programme de lutte intégrée, il faut d'abord comprendre les facteurs qui influencent l'apparition des résistances et les caractéristiques de celles-ci.

À quel groupe chimique le produit appartient-il?

Les insecticides, acaricides, fongicides et herbicides sont classés en fonction de leur principal site d'action. Pour consulter les tableaux à jour des groupes de pesticides classés en fonction de leurs sites d'action, voir les publications du MAAARO 360F, *Recommandations pour les cultures fruitières*, et 75F, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes.*

Les groupes de pesticides sont également énumérés sur les sites des comités d'intervention internationaux sur la résistance aux pesticides :

- Insecticide Resistance Action Committee, *www.irac-online.org*
- Fungicide Resistance Action Committee, *www.frac.info/frac/index.htm*
- Herbicide Resistance Action Committee, *www.hracglobal.com*

Beaucoup de pesticides ayant la même matière active sont commercialisés sous différentes marques de commerce. Par exemple, le fongicide captane est commercialisé sous les marques Supra Captan 80 WDG et Maestro 80 DF.

Différents produits chimiques peuvent aussi avoir le même mode d'action. Par exemple, les produits Assail (acétamipride) et Admire (imidaclopride)

appartiennent tous deux au groupe des néonicotinoïdes et partagent le même mode d'action.

Les insecticides, acaricides et herbicides peuvent être classés en deux grandes catégories, selon qu'ils sont *à large spectre*, c.-à.-d. efficaces contre de nombreux types d'ennemis différents, ou *sélectifs*, c.-à-d. qui n'agissent que contre un nombre restreint d'ennemis et parfois uniquement contre l'organisme ciblé.

Certains fongicides, surtout les plus anciens, agissent sur maints processus physiologiques des organismes pathogènes cibles; il s'agit des fongicides *multisites*. La résistance à ces fongicides est extrêmement rare. D'autres fongicides ont une activité très spécifique; ils n'affectent qu'un seul processus physiologique ou biochimique; il s'agit des fongicides *à site unique*. Ces fongicides ont tendance à favoriser l'apparition de résistances.

À quelle vitesse une résistance peut-elle compliquer la lutte contre une population d'ennemis en particulier?

Apparition d'une résistance en une seule étape – l'apparition de la résistance a un caractère brusque. Quelques applications de certains pesticides suffisent pour que les individus d'une population passent de sensibles pour la plupart à résistants pour la plupart. L'apparition d'une résistance au bénomyl chez l'organisme responsable de la tavelure est un exemple d'une apparition qui se fait en une seule étape.

Apparition d'une résistance par étapes successives – la résistance apparaît lentement dans le verger sur plusieurs années. Avec chaque application de pesticides, les individus résistants survivent et se reproduisent. Au fil des ans, la proportion de la population qui peut survivre à un traitement s'accroît jusqu'au point où le produit devient inefficace. Ainsi, la résistance de l'organisme responsable de la tavelure aux fongicides appartenant au groupe des inhibiteurs de la biosynthèse des stérols, comme le Nova, se manifeste lentement; l'efficacité du produit diminue peu à peu après chaque application jusqu'à perdre son efficacité.

La résistance qui apparaît au sein d'une population dure-t-elle longtemps ou finit-elle par disparaître?

Résistance stable – la population résistante livre une forte concurrence à la population sensible. Une fois que la population devient résistante, les individus résistants dominent la population même si l'on cesse d'employer le produit pendant de nombreuses années. Par exemple, la résistance des populations de tétranyques rouges au kelthane est considérée stable.

Résistance instable – la population résistante n'entre pas en concurrence avec la population sensible. Si le pesticide cesse d'être utilisé pendant une certaine période (plusieurs années), les individus sensibles dominent au sein de la population. Par exemple, les populations de tordeuses à bandes obliques résistantes aux insecticides organophosphorés (OP) redeviennent graduellement sensibles si l'on cesse d'utiliser les OP pendant trois à cinq ans. En pareil cas, on ne sait pas cependant si la reprise des pulvérisations d'OP entraîne une réapparition rapide de la résistance.

Une population résistante à un pesticide peut-elle afficher une résistance à un autre groupe de pesticides?

Résistance simple – on parle de résistance simple quand un organisme est résistant à un pesticide en particulier, en raison le plus souvent d'un seul facteur génétique.

Résistance croisée – on parle de résistance croisée à d'autres composés d'un même groupe ou à des produits appartenant à des groupes apparentés quand un ravageur développe une résistance à l'un ou l'autre des pesticides du même groupe. Ce type de résistance peut se manifester sans exposition préalable à d'autres produits du même groupe. Ce terme renvoie aussi aux situations où la résistance à un pesticide s'assortit toujours d'une résistance à un autre pesticide, même si les deux ont des modes d'action différents. La résistance croisée peut être un obstacle de taille à la réussite des stratégies de gestion intégrée des résistances.

Stratégies de gestion des résistances

La gestion des résistances aux pesticides au sein d'une population d'organismes nuisibles est un aspect important et une partie intégrante du programme de lutte intégrée. Voici les grandes stratégies à adopter pour prévenir l'apparition de résistances.

- Mettre en place un programme de lutte intégrée s'appuyant sur différentes stratégies d'intervention contre les organismes nuisibles. Intégrer des techniques culturales comme l'enlèvement des sources d'inoculum et des techniques non chimiques comme la technique de la confusion des mâles.
- Ne pulvériser qu'au besoin. Se fier aux seuils d'intervention établis s'ils existent.
- Pulvériser au moment optimal compte tenu du produit utilisé et de l'ennemi à combattre.
- Appliquer conformément au mode d'emploi les produits homologués qui sont recommandés. Utiliser la dose et le volume d'eau indiqués sur l'étiquette. Ne pas se contenter de pulvériser une rangée sur deux. Choisir les meilleures buses pour faire le travail et garder le pulvérisateur bien calibré.
- Lire l'étiquette du produit. L'étiquette des nouveaux produits précise des recommandations sur la gestion des résistances.
- Ne pas prolonger les intervalles entre les pulvérisations au delà de ceux qui sont inscrits sur l'étiquette. Raccourcir les intervalles s'il a plu.

Stratégies visant spécifiquement à contrer la résistance aux insecticides

- Cibler le stade de croissance où l'ennemi est le plus vulnérable.
- Pratiquer une rotation entre les produits de différents groupes chimiques. Éviter les applications successives ou répétées d'un pesticide ou de produits appartenant au même groupe de pesticides.
- Lutter de façon distincte contre chaque génération d'un insecte nuisible. Utiliser des produits appartenant à un seul groupe chimique pour lutter contre une génération donnée d'un ennemi. Si l'émergence de l'ennemi et/ou l'activité de cette génération se prolonge, faire une deuxième application du même produit. De cette façon, chaque génération est exposée à un seul groupe chimique. Pratiquer une rotation avec des produits appartenant à un ou plusieurs groupes chimiques contre les générations suivantes. Si une génération nécessite plus d'un traitement, choisir un produit qui appartient au même groupe.
- Éviter les mélanges en cuve contenant différents insecticides pour lutter contre un seul ennemi, afin d'éviter d'augmenter la probabilité que la population de ravageurs cible ne développe une multirésistance. Le mieux dans le cas des insecticides et des acaricides est d'utiliser les produits en alternance plutôt que de les mélanger dans la cuve.
- Envisager des programmes régionaux de gestion des résistances, surtout chez les ennemis communs à plusieurs cultures. Certains sont des insectes très mobiles.

Stratégies visant spécifiquement à contrer une résistance aux fongicides

- Pratiquer une rotation entre les produits de différents groupes chimiques. Pour une même saison de croissance, ne pas dépasser le nombre maximal d'applications successives d'un pesticide ou de produits appartenant à un même groupe de pesticides qui est recommandé sur l'étiquette.
- Utiliser uniquement les mélanges en cuve homologués (indiqués sur l'étiquette), les mélanges en cuve de produits appartenant à différents groupes chimiques étant une stratégie de gestion des résistances acceptée dans le cas des fongicides.
- Faire des traitements fongicides préventifs. Se fier aux modèles de prévision des maladies lorsqu'il en existe. Les fongicides qui sont appliqués après l'infection sont plus susceptibles de contribuer à une sélection favorisant les populations de l'agent pathogène qui sont résistantes.

Stratégies visant spécifiquement à empêcher l'apparition de résistances aux herbicides

- Ne pas permettre la montée à graines des mauvaises herbes résistantes.
- Combiner, dans la mesure du possible, désherbage chimique et désherbage mécanique à l'aide notamment de la houe rotative ou du cultivateur.
- Faire une rotation des herbicides utilisés, de façon à ne pas utiliser année après année des herbicides appartenant au même groupe. Une planification soignée permet d'éviter le recours trop fréquent à un même groupe d'herbicides. Quand il est possible de le faire, utiliser des mélanges en cuve ou des mélanges commerciaux qui renferment des ingrédients actifs ayant des modes d'action complètement différents.

Méthodes et techniques de pulvérisation

La pulvérisation a pour but d'appliquer uniformément le produit (p. ex. fongicide, insecticide, acaricide, régulateur de croissance, etc.) sur la zone à traiter, notamment sur toutes les surfaces du feuillage. Mettre au point des méthodes d'application et des stratégies visant à empêcher la dérive des pesticides, à obtenir un recouvrement optimal de la culture, et à éviter le ruissellement de la bouillie.

Conditions idéales pour les pulvérisations

La vitesse et la direction des vents sont des facteurs importants à prendre en considération lors des pulvérisations. Faire les pulvérisations quand le vent souffle en direction opposée aux plantes sensibles (p. ex. zones à éviter) et s'abstenir de pulvériser si le vent souffle fort, qu'il est léger ou que sa direction est variable. Procéder si possible à la pulvérisation sous un vent de travers qui protège la zone sensible et souffle de 3–12 km/h, en faisant progresser la machinerie vers la zone sensible. Faire la pulvérisation quand les températures sont faibles et que l'humidité relative est élevée, ce qui réduit les risques de dérive causée par des zones d'inversion de températures ou l'évaporation, et augmente les chances de bien atteindre la cible. Les conditions les plus propices à un bon recouvrement sont souvent réunies tôt le matin après une nuit durant laquelle le ciel était couvert. Consulter les étiquettes des produits au moment de planifier les pulvérisations, afin de connaître leurs caractéristiques, notamment leur temps de séchage, leur capacité à être absorbée, leur degré de dissipation et les risques de phytotoxicité.

Méthodes de pulvérisation

Pulvérisation de couverture – consiste à pulvériser les deux côtés de chaque rangée de pommiers. Le passage du pulvérisateur dans chaque rangée est une opération longue, qui est néanmoins recommandée pour garantir un bon recouvrement du feuillage et prévenir l'apparition de résistances. S'il n'est pas possible de faire la pulvérisation dans des conditions idéales, modifier le format ou la disposition des buses de manière à projeter davantage de liquide et des gouttelettes plus grosses sur le feuillage.

Pulvérisation une rangée sur deux – même si elle n'est pas recommandée, cette méthode est souvent utilisée en début de saison pour gagner du temps. Elle procure un recouvrement complet uniquement du côté des pommiers qui est directement soumis au jet du pulvérisateur, l'autre côté devant attendre une prochaine pulvérisation pour faire l'objet d'un recouvrement complet. Chacune des pulvérisations se fait en alternance à la suite des rangées paires et à la suite des rangées impaires. Afin de maintenir des résidus de pesticides, il est important de faire les traitements au bon moment, en tenant compte des prévisions météorologiques et du stade phénologique des pommiers.

Avec un pulvérisateur puissant employé sous des conditions idéales, la pulvérisation des arbres une rangée sur deux assure un recouvrement de la plupart des arbres de part et d'autre du pulvérisateur et d'une partie des arbres dans les rangées immédiatement adjacentes. Toutefois, même quand les pulvérisateurs sont gros, que la circulation d'air est bonne et que les arbres sont de petite taille, le pourcentage des gouttelettes qui atteignent les parties les plus éloignées du pulvérisateur est jusqu'à deux fois moins grand

que lors d'une pulvérisation de couverture. En préfloraison, le vent peut détourner le brouillard de pulvérisation avant qu'il n'atteigne le centre du feuillage. Bien que long, le passage du pulvérisateur dans chaque rangée peut être nécessaire pour assurer un bon recouvrement quand le vent souffle à plus de 10–12 km/h.

Il est déconseillé de faire des pulvérisations une rangée sur deux si la tavelure a sévi l'année précédente ou si l'on craint une résistance au fongicide. Consulter l'étiquette du produit avant de recourir à cette méthode, car ce ne sont pas tous les produits qui s'y prêtent.

Pulvérisation périmétrique – ce sont des pulvérisations qui sont faites uniquement sur une bande de 20 m à l'intérieur du pourtour du verger. Quand les conditions de vent s'y prêtent, il s'agit de longer le périmètre du verger avec le pulvérisateur en prenant soin de fermer les buses qui pointent vers l'extérieur du verger. Cette méthode procure une protection contre le déplacement de certains ennemis qui pourraient migrer des hôtes sauvages avoisinants vers le centre du verger. Les pulvérisations périmétriques sont efficaces contre un certain nombre d'ennemis d'importance (charançon de la prune et mouche de la pomme) qui n'envahissent normalement les vergers commerciaux que lorsque des hôtes sauvages poussent à proximité ou directement autour du verger. Les adultes du charançon de la prune franchissent 1–4 m par jour quand ils entrent dans un verger. Les adultes de la mouche de la pomme et du carpocapse de la pomme cessent leur progression dans le verger, une fois qu'ils ont trouvé un hôte convenable; il peut s'agir des pommiers qui se trouvent dans les premières rangées sur le pourtour du verger.

Les pulvérisations périmétriques permettent de réduire considérablement la charge en pesticides de l'environnement et peuvent contribuer à épargner les insectes utiles. Comme l'efficacité des pulvérisations périmétriques n'a jusqu'ici été démontrée que pour des insecticides à base d'organophosphorés, ce type de pulvérisation n'est pas recommandée pour le moment dans le cas d'autres produits. Pour combattre le carpocapse de la pomme, faire une pulvérisation de couverture procurant un recouvrement complet contre la première génération, puis faire des pulvérisations périmétriques si d'autres traitements sont nécessaires dans l'année. Pour une efficacité optimale, bien entretenir le verger (élagage annuel, programme de fertilisation équilibré) et veiller à ce que les conditions suivantes soient réunies :

- des insecticides à base d'organophosphorés (OP) sont utilisés;
- aucune résistance aux OP n'est apparue dans le verger chez l'insecte combattu;
- le verger couvre plus de 4 hectares;
- le verger est carré ou rectangulaire (n'est pas de forme irrégulière);
- le verger n'a jamais été infesté par la mouche de la pomme, le charançon de la prune ni le carpocapse de la pomme;
- le verger fait l'objet d'une surveillance assidue et la présence de dommages révélant la présence d'un ennemi dicte automatiquement le retour aux pulvérisations de couverture;
- le verger n'est pas directement attenant à un verger abandonné ni soumis à une forte pression exercée par les hôtes sauvages vivant à proximité;
- la densité du feuillage, la taille des gouttelettes et la puissance du pulvérisateur permettent d'obtenir un recouvrement suffisant sur une bande de 20 m à l'intérieur du périmètre du verger.

Calibrage du pulvérisateur

Calibrer périodiquement le matériel de pulvérisation afin que les buses débitent la bonne quantité de bouillie. À tout le moins, calibrer les pulvérisateurs au début de la saison et lorsque des modifications sont apportées aux volumes d'eau, aux solutions porteuses, à la vitesse d'avancement, à la pression des buses ou à d'autres variables. Un mauvais calibrage risque de nuire à l'efficacité des traitements (par l'application d'une dose excessive ou insuffisante), de compromettre éventuellement la qualité de la récolte et de provoquer la contamination de l'environnement ou la dérive des produits vers des zones non ciblées. Les différents réglages possibles du pulvérisateur permettent de l'adapter à différentes formes d'arbres et à différentes densités de peuplement. Par exemple, l'utilisation d'un moins grand nombre de buses

identiques peut procurer le recouvrement voulu de pommiers de petite taille. Pour de l'information sur le choix des buses et le calibrage des pulvérisateurs, voir l'annexe N, *Réglage et calibrage du pulvérisateur*, p. 267.

Pulvérisation suivant le volume de frondaison par rang

Le volume de frondaison par rang (VFR) détermine les concentrations de produit à utiliser pour des pommiers de tailles diverses. Les doses destinées aux pommiers indiquées sur les étiquettes de pesticide sont généralement calculées en fonction de pommiers de 4,5–6,6 m de haut. L'expérience a montré que dans les conditions de l'Ontario, on peut pulvériser efficacement un hectare (10 000 m^2) de pommiers adultes de haute tige bien entretenus en utilisant 1 000 L d'eau. Ces pommiers font normalement 4,9 m de hauteur et leurs branches ont généralement 7,9 m d'envergure (entre les deux marques au sol à l'aplomb des branches les plus longues dans les deux allées, à raison de 11 m entre les allées. La méthode du VFR permet de déterminer par des calculs simples le volume de feuillage dans un hectare du verger, puis la quantité de pesticide à employer.

Avec l'augmentation de la densité du feuillage au cours de la saison, il arrive qu'on doive modifier le volume d'eau et de pesticide pour assurer un bon recouvrement.

La méthode du VFR ne fait pas de miracle et ne pallie pas un traitement effectué au mauvais moment, un mauvais choix de produit, un piètre recouvrement, des traitements effectués alors que les conditions météorologues ne s'y prêtent pas, ni une configuration des buses qui ne tient pas compte de la taille ni de la densité des pommiers.

Pour un bon calibrage du pulvérisateur et l'application de la méthode du VFR, réduire le nombre de buses en fonction de la forme du jet qui convient à la taille des arbres. Le fait de fermer les buses supérieures d'un système calibré pour pulvériser 1 000 L d'eau de bouillie sur des arbres de haute tige ne procure pas un volume suffisant pour assurer un bon recouvrement dans le cas d'un peuplement à forte densité. Calculer le VFR pour les peuplements à forte densité et utiliser le volume d'eau approprié dans les calculs effectués pour le calibrage du pulvérisateur.

Les fournisseurs de produits chimiques agricoles ne peuvent pas être tenus responsables de dommages dus à l'utilisation de doses inférieures à celles qui sont recommandées sur l'étiquette. Ne pas recourir à la méthode du VFR si l'étiquette le déconseille. Dans les cas des fongicides à action préventive et des insecticides à large spectre de vieille génération, les calculs de VFR peuvent servir à calculer les doses efficaces pour les pommiers de petite taille. Dans le cas des fongicides et insecticides plus récents, vérifier les quantités à l'hectare recommandées sur l'étiquette et éviter d'utiliser moins que la dose minimale qui y est indiquée.

Au moment de la rédaction de la présente publication, l'état des connaissances sur la sélection qui s'opère du fait de la résistance aux fongicides incite à utiliser la dose supérieure indiquée sur l'étiquette lorsqu'il s'agit de fongicides à site unique. Ces produits sont dirigés contre des organismes pathogènes de plus en plus résistants. Le fait de réduire les doses en fonction du VFR peut fonctionner dans certaines situations, mais risque d'entraîner l'échec du traitement dans d'autres. La sélection qui s'opère due à une résistance survient plus rapidement si l'on utilise systématiquement des doses inférieures aux doses optimales.

Pour calculer le VFR, voir l'annexe N, *Réglage et calibrage du pulvérisateur*, p. 267, l'annexe O, *Exemple de calcul du volume de frondaison par rang (VFR)*, p. 273, et l'annexe P, *Feuille de calcul du volume de frondaison par rang (VFR)*, p. 275.

Matériel de pulvérisation

Pulvérisateurs à air forcé – utilisent l'air circulant à grande vitesse qui est généré par des ventilateurs axiaux pour projeter les gouttelettes de bouillie dans le feuillage. L'air est dirigé en étoile vers l'extérieur depuis un point central. L'objectif est de remplacer l'air autour et à l'intérieur de la frondaison par de l'air chargé de bouillie. Cette technologie permet de pulvériser rapidement toutes les surfaces foliaires

pendant le bref moment où tout le volume d'air entourant le feuillage se trouve remplacé par un brouillard chargé de pesticide. Le problème avec ce type de pulvérisateur vient de la dispersion du brouillard dans l'air au-dessus de la frondaison qui risque de provoquer la dérive du pesticide.

Tours de pulvérisation – utilisent un système de distribution de l'air radicalement différent (figure 1–6). D'une hauteur généralement supérieure à celle de l'arbre, la tour produit un rideau continu de brouillard projeté à l'horizontale qui remplit uniformément l'air de pesticide. Le sommet de la tour dirige l'air légèrement vers le bas en visant le centre du feuillage, ce qui crée une barrière d'air propre au-dessus de l'arbre. La masse d'air propre redirige l'air chargé de bouillie vers le feuillage ce qui réduit la dérive du pesticide. Une tour de pulvérisation projette l'air à l'horizontale, ce qui accroît les chances que les gouttelettes se déposent sur les surfaces visées avant qu'elles ne s'évaporent ou ne retombent au sol. Le nombre accru de sorties d'air de part et d'autre de la tour et les nombreuses buses qui produisent de fines gouttelettes procurent un recouvrement plus uniforme.

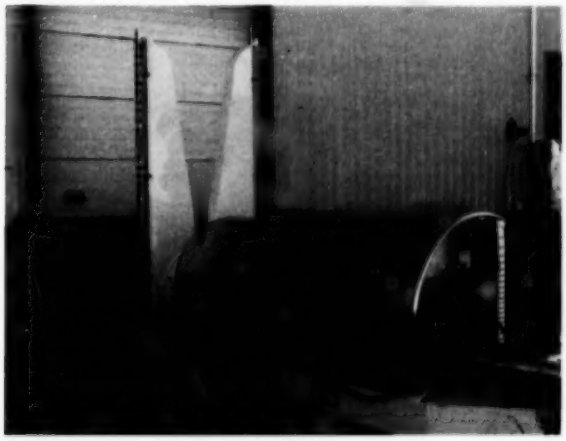


Figure 1–6. Tour de pulvérisation.

Capteurs de feuillage laser ou ultrasoniques – installés sur des pulvérisateurs à air forcé (avec ou sans tour de pulvérisation), ils servent à détecter la forme des pommiers et à ajuster la forme du jet en conséquence. Les problèmes causés par la dérive sont plus fréquents en début de saison lorsque le feuillage n'est pas entièrement développé ou même lorsqu'on observe des espaces au sein d'une même rangée de pommiers à maturité. Les capteurs de feuillage réduisent la dérive et la quantité de bouillie qui se perd au sol et permettent d'employer moins de pesticides et de gagner du temps.

La dérive d'herbicides utilisés pour maîtriser les mauvaises herbes peut aussi poser problème. Les pulvérisateurs munis d'écrans empêchent les herbicides de contaminer les pommes et d'endommager les feuilles des pommiers. Les écrans permettent d'effectuer des pulvérisations sous des conditions variables, surtout lorsqu'ils sont utilisés de concert avec des buses à admission d'air qui produisent de plus grosses gouttelettes.

Les pulvérisateurs commandés par des capteurs ont recours à des capteurs optiques pour déterminer l'emplacement des mauvaises herbes. Ces capteurs, doublés d'un dispositif de commande informatisé, règlent le débit des buses en détectant la chlorophylle dans les plantes et en envoyant à la buse appropriée un signal lui commandant d'appliquer l'herbicide directement sur la plante. Ces systèmes d'application localisée utilisent beaucoup moins de pesticides et font gagner du temps, car ils peuvent normalement être utilisés à des vitesses allant jusqu'à 15 km/h.

Nouvelles technologies et pratiques de lutte intégrée

La lutte intégrée est une méthode dynamique qui doit s'adapter au changement. Par conséquent, les nouvelles technologies et pratiques mises au point aux fins de la lutte intégrée ne cessent d'évoluer. Voici des exemples de technologies nouvelles utilisées dans les vergers de pommiers de l'Ontario.

Technique de la confusion des mâles

Chez de nombreux insectes, les adultes émettent des substances chimiques volatiles, les phéromones sexuelles, pour attirer leurs congénères du sexe opposé. Les noctuelles femelles sécrètent ces substances et laissent derrière elles un bouquet phéromonal que les mâles suivent pour les repérer. Des phéromones sexuelles de synthèse peuvent être utilisées dans les pièges pour surveiller l'activité des insectes.

La technique de la confusion des mâles utilise ces mêmes produits chimiques pour désorienter les mâles et limiter leurs chances de localiser les femelles. Les grandes quantités de phéromones sexuelles de synthèse diffusées dans l'atmosphère de la culture perturbent les activités de recherche des partenaires en masquant le sillage phéromonal des femelles. L'accouplement se trouve retardé ou contrecarré, car les mâles sont moins efficaces dans leur repérage des femelles. Il s'ensuit une réduction des populations de larves déprédatrices. La technique de la confusion des mâles appliquée à la tordeuse orientale du pêcher donne de bons résultats dans les vergers de l'Ontario. Se reporter à la p. 109 pour plus de détails.

Technologie du film de particules

La technologie du film de particules protège les cultures de certains insectes, du stress dû à la chaleur et de la brûlure de soleil en enduisant les surfaces végétales d'un film protecteur blanc fait de particules. Le phytoprotecteur Surround WP est homologué au Canada pour une utilisation sur les pommes, les poires, les raisins et les concombres aux fins de la lutte contre plusieurs insectes nuisibles. La matière active du phytoprotecteur Surround WP est le kaolin, un composé non toxique qui laisse un film blanc poudreux sur la surface des feuilles, des tiges et des fruits. Ce film joue le rôle de barrière entre l'ennemi et la plante hôte. Les insectes qui viennent en contact avec les cultures traitées au Surround peuvent être soit repoussés, soit désorientés. Ils ne reconnaissent plus l'hôte ou s'en désintéressent.

Un bon recouvrement est indispensable quand on utilise le Surround. Pour que les traitements soient efficaces, il faut obtenir un recouvrement complet des fruits et des feuilles, ce qui peut obliger à répéter les applications après de fortes pluies. Des pluies de légères à modérées favorisent quant à elles une répartition uniforme du film de particules à la surface des feuilles et des fruits, sans emporter de grandes quantités de résidus.

Durant la saison de croissance, le feuillage des pommiers traités au Surround prend un aspect vert bleuâtre.

Mises en garde concernant l'utilisation du Surround :

- ne pas mélanger le Surround avec des mouillants, des adhésifs ni des agents antimoussants;
- ne pas pulvériser ce produit lorsque des abeilles butinent;
- respecter un délai de non-retour dans les zones traitées de quatre heures après le traitement.

Dans les vergers traités au Surround, au cours des deux semaines qui précèdent la cueillette, surveiller la maturité des fruits à l'aide d'indicateurs à l'empois d'amidon pour l'iode. Pour des instructions détaillées sur les traitements, consulter l'étiquette.

Appâts

Des activités de recherche et développement sont en cours sur les appâts traités avec des insecticides. Ainsi, trouve-t-on sur le marché l'appât pour mouches des fruits à base du naturalyte GF-120 NF Naturalyte Fruit Fly Bait qui est destiné à lutter contre la mouche de la pomme dans les vergers de pommiers de culture biologique. Ce système utilise beaucoup moins d'insecticides que les autres traitements classiques et est aussi efficace que la technologie du film de particules offerte notamment par le Surround. Il s'agit de répartir l'appât dans le verger à l'aide d'un véhicule tout-terrain équipé d'un petit système de pulvérisation (figure 1–7) pour projeter l'appât insecticide sous forme de cire dans le feuillage. Les adultes de la mouche de la pomme sont attirés par l'appât et sont empoisonnés par l'insecticide qu'il contient.

Figure 1–7. Pulvérisation d'appât. *(Julia Reekie, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada, Kentville).*

Lutte contre la tavelure par le hachage des feuilles et la pulvérisation d'urée

Certains producteurs appliquent de l'urée sur les feuilles des pommiers tombées au sol. L'urée accélère leur décomposition et réduit la quantité potentielle d'ascospores le printemps suivant. Le hachage des feuilles améliore aussi la décomposition et permet aux vers de terre de tirer plus facilement les résidus de feuilles dans les galeries qu'ils creusent dans le sol. Afin d'accroître l'efficacité de cette technique, utiliser une souffleuse à feuilles mue par la prise de force du tracteur pour pousser dans le milieu des allées, les feuilles qui se trouvent sous les pommiers, puis les déchiqueter à l'aide d'une débroussailleuse à fléaux.

2. Effet des pesticides sur les organismes non visés

Utilisation de pesticides

Les pomiculteurs comptent sur les insecticides et fongicides pour obtenir un produit viable sur les plans commercial et économique. Les pesticides utilisés pour lutter contre les insectes nuisibles et les agents pathogènes jouent un rôle important dans les programmes de lutte intégrée. Les pomiculteurs qui les utilisent ont des obligations juridiques à respecter et ils doivent observer les précautions de sécurité applicables aux pesticides pour réduire les risques d'incidents. Pour obtenir de l'information concernant les obligations juridiques entourant l'utilisation de pesticides et les précautions de sécurité applicables aux pesticides, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières*, ou le manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides.

Facteurs influençant l'efficacité des pesticides

- calendrier d'application;
- recouvrement;
- résistance;
- conditions météorologiques;
- dose.

Mobilité des pesticides dans la plante

Pesticides de contact – Demeurent à la surface de la feuille – à l'endroit où ils sont appliqués – et ne pénètrent pas dans la feuille. Des applications répétées sont souvent nécessaires pour protéger les nouvelles pousses et remplacer un pesticide qui a été entraîné par l'eau de pluie ou d'irrigation ou, encore, qui s'est dégradé sous l'effet du soleil. Il faut accorder une attention particulière au recouvrement lorsqu'on applique des pesticides de contact.

Pesticides systémiques – Sont rapidement absorbés par les tissus de la plante après leur application et peuvent exercer une certaine action post-infection. Leur migration peut être ascendante : le pesticide est transporté par les vaisseaux du xylème vers le haut de la plante. Leur migration peut aussi être locale : le pesticide se déplace dans la feuille traitée et se redistribue jusqu'à un certain point à l'intérieur de la portion traitée de la plante.

Pesticides translaminaires (c.-à-d. strobilurines) – Sont assimilés par les feuilles et redistribués depuis le dessus (traité) des feuilles vers le dessous (non traité) de celles-ci. Nombre de ces pesticides sont adsorbés par la cuticule cireuse à la surface des feuilles et offrent une meilleure résistance à l'entraînement par la pluie que les fongicides de contact. Comme ils ne migrent pas dans la plante, les pesticides translaminaires n'assurent aucune protection aux nouvelles pousses, de sorte qu'ils doivent être réappliqués périodiquement.

Rôle des insecticides

Bon nombre des nouveaux pesticides à risque réduit ciblent des stades précis du cycle biologique des organismes nuisibles. Aussi, le calendrier des interventions varie-t-il souvent en fonction du stade auquel se trouve l'insecte visé. Il existe cinq types d'insecticides, chacun étant dirigé contre un stade précis du cycle biologique des insectes.

Ovicide – Agit contre les œufs. Certains ovicides doivent être appliqués directement sur les œufs pour être efficaces, tandis que d'autres sont plus efficaces quand ils sont appliqués avant la ponte des œufs.

Ovi-larvicide – Agit contre de très jeunes larves et est souvent utilisé pour lutter contre des insectes, comme la pyrale de la pomme (ou carpocapse de la pomme), qui mangent leur coquille après l'éclosion.

Larvicide – Agit contre les larves. Parmi les larvicides récents, bon nombre doivent être consommés par les larves et peuvent avoir une efficacité de contact limitée.

Imagocide – Agit par contact ou ingestion contre les insectes au stade adulte (aussi dit imaginal).

Agent anti-oviposition – Dissuade les femelles adultes de pondre leurs œufs sur les fruits

Rôle des fongicides dans la protection

Fongicides préventifs – Sont appliqués à la surface des tissus avant la survenue de l'infection et restent en surface où ils tuent les spores des champignons qui entrent en contact avec eux. Souvent, les fongicides préventifs sont à large spectre et sont donc efficaces contre un large éventail d'organismes cryptogamiques pathogènes. Ils ont de multiples sites d'action et sont moins sujets au développement d'une résistance par les agents pathogènes visés. Une nouvelle application est nécessaire à intervalles réguliers pour remplacer les fongicides préventifs appliqués qui ont été lavés de la surface des feuilles ou qui se sont dégradés avec le temps ou, encore, pour protéger les nouvelles pousses. Les produits inorganiques, les dithiocarbamates et les phtalimides sont des exemples de fongicides préventifs.

Fongicides à action curative n'agissant qu'en début d'infection – Pénètrent dans les tissus de la plante et inhibent la prolifération initiale des agents pathogènes dans les tissus végétaux. Ces produits peuvent neutraliser un début d'infection lorsqu'ils sont appliqués de 24 à 72 heures après un début d'infection mais avant l'apparition de symptômes. La plupart des fongicides capables de neutraliser un début d'infection ont un site d'action unique et sont donc plus sujets au développement d'une résistance par les agents pathogènes visés, surtout lorsqu'ils sont utilisés de façon répétée pour leur action curative. Les fongicides inhibiteurs de la déméthylation (DMI), les inhibiteurs du site d'oxydation du coenzyme Q situé sur la face externe du cytochrome (strobilurines) et les anilinopyrimidines sont des exemples de fongicides à action curative qui agissent en début d'infection.

Fongicides à action curative – Aussi appelés fongicides à action interne ou à action systémique, ces produits stoppent la propagation de maladies après l'apparition de symptômes. Ces fongicides ont un site d'action unique et sont donc sujets au développement d'une résistance par les agents pathogènes visés lorsqu'ils sont utilisés de façon répétée en tant que fongicides à action curative. La plupart de ces fongicides sont également dotés de propriétés protectrices et préventives et peuvent être utilisés de manière préventive avant – ou peu de temps après – la survenue d'une infection. Les strobilurines sont des fongicides à action curative. Il est déconseillé d'utiliser ces fongicides de façon répétée, car ils favorisent l'apparition de résistances.

Fongicides à effet antisporulant – Réduisent de manière importante la production de spores, mais ne tuent pas nécessairement l'agent pathogène présent dans les tissus végétaux. Même si ces fongicides ne stoppent pas le développement des lésions (c.-à-d. que celles-ci continuent de grossir), le fait qu'ils réduisent la production de spores limite la quantité d'inoculum disponible pour infecter les tissus environnants.

Pesticides dans l'environnement

De nombreux mécanismes affectent le devenir des pesticides dans l'environnement, notamment l'adsorption, le transfert et la dégradation.

Adsorption – Mécanisme par lequel les pesticides sont liés aux particules de sol ou à la surface des feuilles. Le degré d'adsorption varie selon le pesticide utilisé, la surface des tissus végétaux, le type de sol, l'humidité du sol, le pH du sol et la texture du sol. Les pesticides sont fortement adsorbés sur les sols riches en argile ou en matière organique.

Transfert – Mécanisme qui éloigne les pesticides du site d'application visé, par exemple la volatilisation, la dérive, le ruissellement, l'absorption et le prélèvement par les plantes. Les herbicides peuvent être emportés loin des mauvaises herbes visées s'ils sont appliqués immédiatement avant une forte pluie, rendant ainsi moins efficace la lutte contre les mauvaises

herbes. Lorsque des pesticides sont emportés par le ruissellement ou lessivés dans le sol, cela augmente les risques qu'ils polluent le sol et l'eau, ou endommagent des végétaux. Certains pesticides sont emportés par les courants d'air hors des zones ciblées par les traitements. D'autres se volatilisent et sont ainsi emportés à l'état gazeux, loin du site d'application.

Dégradation – Mécanisme qui survient lorsque des pesticides sont dégradés par des microbes ou sous l'effet de réactions chimiques et de la lumière (photodégradation). Le processus peut prendre des heures, des jours ou des années selon le pesticide. Certains pesticides se dégradent rapidement, sans persister dans l'environnement, tandis que d'autres persistent dans l'environnement pendant des années. Les facteurs affectant la dégradation des pesticides comprennent la température, le pH du sol, l'humidité du sol, le type de sol, l'oxygène dans le sol, la fertilité du sol, l'intensité et le spectre de la lumière solaire et la durée d'exposition au soleil.

Il existe de nombreuses façons de limiter les répercussions des pesticides sur l'environnement.

- Faire le dépistage et la surveillance des populations d'organismes nuisibles pour réduire le nombre d'applications de pesticides et faire en sorte que ceux-ci ne soient utilisés qu'en dernier recours quand les populations dépassent les seuils de nuisibilité économique.
- Recourir à d'autres formes de lutte (mécanique, culturale, biologique, génétique et sanitaire).
- Mélanger et verser les pesticides dans le pulvérisateur avec le plus grand soin. Prévenir le refoulement et les déversements au moment de mélanger les pesticides avant leur application. Ne jamais laisser tomber un boyau utilisé pour remplir un réservoir de pulvérisation sous le niveau d'eau du réservoir. Confiner tous les déversements de pesticides le plus rapidement possible.
- Tenir compte des conditions météorologiques avant d'appliquer un pesticide. Ne pas irriguer avant ou immédiatement après l'application du produit. Un pesticide appliqué immédiatement avant une averse ou une opération d'irrigation sera moins efficace et sera lavé de la culture visée, ce qui nécessitera une nouvelle application. Lors de fortes précipitations, les pesticides peuvent être entraînés loin du site d'application et contaminer des sources d'eau environnantes.
- Éviter de mélanger des pesticides près de puits et d'autres sources d'approvisionnement en eau.
- Éliminer convenablement les contenants de pesticides, c.-à-d. rincer trois fois les contenants vides, les perforer et apporter à une décharge autorisée.
- Laisser une bande tampon entre la zone traitée et les zones sensibles adjacentes. Suivre les instructions sur les étiquettes et laisser une bande tampon autour de points d'eau, de terres humides, d'habitats sauvages et d'autres zones sensibles.
- Réduire la dérive. Ne pas appliquer de pesticides lorsque le vent ou la température peut entraîner une dérive. Utiliser une pression de pulvérisation et des buses qui limitent la dérive.
- Maintenir le matériel de pulvérisation calibré et en bon état de fonctionnement.

Effets des pesticides sur les insectes utiles

Dans les vergers de pommiers, les programmes de lutte intégrée visent à limiter les effets de l'agriculture sur l'environnement par la réduction de l'utilisation de pesticides et, si des traitements sont nécessaires, par le recours à des pesticides à risque réduit. Les insecticides à risque réduit sont des produits qui ont moins d'effets sur la santé humaine ou sur les organismes non visés que les produits antiparasitaires classiques. Ces pesticides présentent cependant certains inconvénients puisqu'ils :

- ont une faible rémanence et sont, dans certains cas, moins efficaces que les insecticides classiques;
- sont spécifiques à l'ennemi visé et n'offrent pas une maîtrise secondaire d'autres organismes nuisibles;
- coûtent plus cher que les pesticides classiques;

- s'assortissent de calendriers d'application et de seuils d'intervention qui diffèrent de ceux qui s'appliquent dans le cas des produits antiparasitaires classiques.

Les pesticides à risque réduit sont généralement considérés comme étant moins toxiques pour les insectes utiles, mais des études suggèrent que certains d'entre eux auraient des effets létaux et sublétaux importants sur des insectes utiles, un point qui mérite d'être pris en considération au moment de l'élaboration de programmes de lutte intégrée. L'examen des effets qu'ont les insecticides sur les insectes utiles doit se faire au cas par cas, ces effets étant souvent propres à une espèce et à un écosystème.

Évaluation de la toxicité des insecticides pour les insectes utiles

Les épreuves biologiques mesurent la toxicité de contact et sont traditionnellement utilisées pour évaluer la toxicité des insecticides pour les insectes utiles. Ces épreuves déterminent la toxicité directe ou toxicité aiguë, exprimée par la DL_{50} (dose létale à laquelle meurt 50 % de la population testée) ou la CL_{50} (concentration létale à laquelle meurt 50 % de la population testée) pour les organismes testés. Ces valeurs permettent aux chercheurs de comparer la toxicité relative d'un pesticide par rapport à un autre. Cependant, les épreuves biologiques négligent souvent des facteurs qui peuvent avoir un effet perturbateur sur les insectes utiles – voies d'exposition indirectes (insectes se nourrissant de proies contaminées) et effets sublétaux (réduction de la fécondité, diminution de l'appétit et ralentissement du développement). Pour résoudre ces problèmes, les chercheurs travaillent depuis peu à l'élaboration d'épreuves biologiques d'évaluation des résidus oraux et foliaires. Ces épreuves sont utilisées conjointement avec les épreuves d'évaluation de la toxicité de contact pour donner un portrait plus juste des répercussions des insecticides sur les insectes utiles.

Un tableau décrivant la toxicité des insecticides pour les insectes utiles figure dans la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Prévention de l'empoisonnement des abeilles

Toujours protéger les abeilles durant les pulvérisations. Les abeilles domestiques, comme d'autres insectes, sont de grands pollinisateurs des cultures. De nombreuses cultures offrent également aux abeilles une source importante de nectar pour la production de miel. La plupart des insecticides à base d'organophosphorés et de carbamates sont extrêmement toxiques pour les abeilles. Toujours consulter l'étiquette du produit utilisé pour connaître les précautions de sécurité applicables aux abeilles. Pour plus d'information, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

3. Recours à la lutte intégrée dans les vergers de pommiers

Phénologie du pommier

Figure 3-1. Dormance.

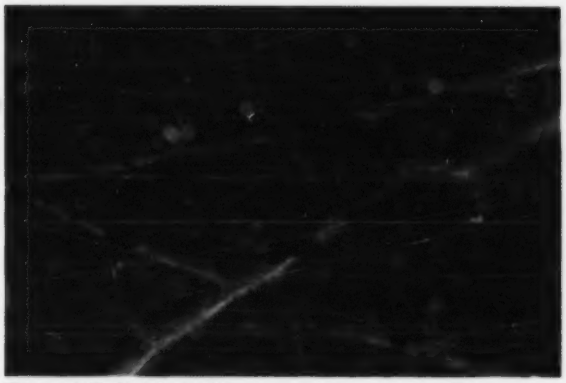


Figure 3-2. Pointe verte.

Figure 3-3. Débourrement avancé.

Figure 3-4. Prébouton rose.

Figure 3-5. Bouton rose.

Figure 3-6. Bouton rose avancé.

Figure 3-7. Fleur centrale ouverte.

Figure 3-8. Pleine floraison.

Figure 3-9. Calice ou chute des pétales.

Figure 3-10. Nouaison.

Figure 3-11. Grossissement des fruits.

Figure 3-12. Cueillette.

Insectes nuisibles	Stade	Nbre de générations	Phénologie
			Débourrement avancé / Prébouton rose / Bouton rose avancé / Pleine floraison / Calice / Début de l'été / Mi-été / Précueillette
Punaise de la molène	Larves	2	
Chenilles défoliatrices du printemps	Larves	Variable	
Mineuse marbrée du pommier	Larves dans des galeries	2-3	
Puceron vert du pommier	Colonies	14-15	
Puceron rose du pommier	Colonies	3	
Tordeuse à bandes rouges	Larves	2 et plus	
Punaise terne	Adultes	2-4	
Tétranyque rouge	Formes mobiles	6-8	
Tordeuse à bandes obliques	Larves	2	
Charançon de la prune	Adultes	1-3	
Cicadelle blanche du pommier	Nymphes	1-3	
Carpocapse de la pomme	Adultes	1-2	
Hoplocampe des pommes	Larves et adultes	1	
Cochenille de San José	Larves mobiles	1	
Tétranyque à deux points	Formes mobiles	6-8	
Puceron lanigère	Colonies	9-10	
Mouche de la pomme	Adultes	1	
Tordeuse orientale du pêcher	Adultes	3-4	
Cicadelle de la pomme de terre	Nymphes	2-4	
Sésie du cornouiller	Adultes	1	

Figure 3-13. Présence des insectes s'attaquant aux pommiers en Ontario.

Adaptation d'après le *Field Guide to Tree Fruit Insect, Mite and Disease Pests and Natural Enemies of Eastern North America*, publié en 2006 par le Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES).

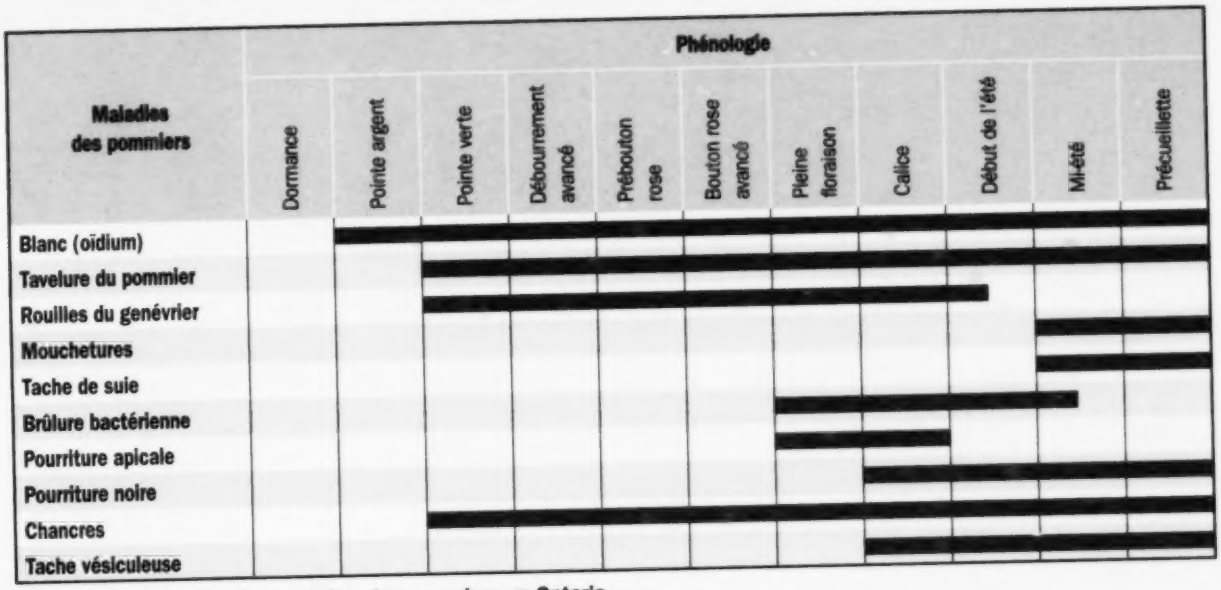


Figure 3-14. Présence des maladies des pommiers en Ontario.

Adaptation d'après le *Field Guide to Tree Fruit Insect, Mite and Disease Pests and Natural Enemies of Eastern North America*, publié en 2006 par le Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES).

Insectes utiles	Stade	N^bre de générations	Phénologie
			Prébouton rose / Bouton rose avancé / Pleine floraison / Calice / Début de l'été / Mi-été / Précueillette
Phytosélides	Œufs et formes mobiles	4-6	
Stigmaeidae/tétranyques jaunes	Œufs et formes mobiles	3-4	
Trombidions			
Araignées	Stades mobiles	1	
Coccinelles	Larves et adultes	1	
Stethorus punctum	Adultes	2-4	
Cécidomyies	Larves	3-4	
Syrphes	Stades actifs	Variable selon l'espèce	
Tachinidés	Larves et adultes	Variable selon l'espèce	
Pentatomes (punaises de bois)	Larves et adultes	1-2	
Réduves	Larves et adultes	1	
Punaise de la molène	Larves et adultes	2	
Abeilles et bourdons	Stades actifs	1	
Ichneumons (guêpes parasites)	Adultes	Variable selon l'espèce	
Braconidés et chalcidiens (guêpes parasites)	Adultes	Variable selon l'espèce	
Chrysopes	Tous	2-3	

Figure 3-15. Présence des insectes utiles aux pommiers en Ontario.

Adaptation d'après le *Field Guide to Tree Fruit Insect, Mite and Disease Pests and Natural Enemies of Eastern North America*, publié en 2006 par le Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES).

Tableau 3-1. Guide de surveillance des vergers et seuils d'intervention dans les programmes de lutte intégrée

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Cochenilles (cochenille de San José, cochenille ostréiforme, cochenille virgule du pommier)	Dormance	Quand les pommiers sont en dormance, rechercher la présence de nymphes de cochenilles de San José et de cochenilles ostréiformes sur le bois d'élagage ou la présence d'œufs de cochenilles virgules du pommier sur l'écorce. À l'aide d'un couteau, soulever l'écorce et regarder si le bois sous-jacent est décoloré.	Appliquer une huile pour traitement d'hiver si les données d'évaluation de la récolte de l'année précédente révèlent des dommages causés par les cochenilles ou si de fortes populations de cochenilles ont été découvertes dans le verger en début de saison.	
	De la mi-mai à la fin juin et de la mi-août à la fin août	Entourer le tronc des pommiers infestés de cochenilles d'une bande de ruban adhésif électrique, afin de surveiller l'apparition des larves mobiles des cochenilles. Les larves mobiles de la première génération de cochenilles de San José apparaissent généralement vers la mi-juin et celles de la deuxième génération, entre le milieu et la fin d'août.	Intervenir dans les vergers où la pression est forte, au moment où des larves mobiles sont observées.	
Brûlure bactérienne	Dormance	Rechercher des chancres hivernants dans le verger.	Dans les vergers où la brûlure bactérienne a déjà sévi et/ou où se trouvent des chancres hivernants, soumettre les cultivars sensibles à un traitement contre la brûlure bactérienne durant la floraison lorsque les conditions météorologiques sont propices à la propagation de cette maladie.	
	De la floraison jusqu'à la 1re pulvérisation de couverture	Surveiller les températures, les précipitations et l'évolution de la floraison chez les cultivars sensibles. Utiliser les modèles Maryblyt ou Cougarblight pour prévoir les possibilités d'apparition des infections. Être à l'affût de chancres qui suintent et de bouquets infectés. Souvent, ces derniers s'affaissent après la floraison.	Faire des pulvérisations du début de la floraison au calice si des températures supérieures à 18 °C sont accompagnées d'une forte humidité (plus de 69 %) ou si les rosées ou les précipitations sont abondantes. Suivant le programme Maryblyt, les pulvérisations doivent se faire quand les risques d'infection épiphyte atteignent 100 ou plus.	Les cultivars Fuji, Gala et Idared sont extrêmement sensibles à la brûlure bactérienne. Cette maladie est à craindre quand les conditions sont douces, pluvieuses et humides durant la floraison.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
	Durant la croissance active des pousses	Les pousses infectées prennent la forme d'une crosse.		Surveiller et maîtriser les populations d'insectes (cicadelles) qui peuvent contribuer à disséminer la maladie.
Tétranyque rouge et tétranyque à deux points	Dormance	Rechercher des œufs de tétranyques rouges sur un échantillon total de 100 dards prélevés au hasard au cœur et sur le pourtour de la frondaison sur 10 à 20 pommiers répartis dans tout le bloc. Utiliser une loupe grossissant 10X pour rechercher des œufs sur les petites branches et la base des rameaux et des dards.	Si les œufs abondent, appliquer de l'huile Superior pour limiter l'éclosion des œufs entre le stade prébouton rose et la fin du bouton rose avancé.	Les œufs de tétranyques rouges en santé sont sphériques et rouge foncé. Les œufs non viables semblent vides et sont de couleur plus claire.
	De prébouton rose à la fin du calice	Examiner les lambourdes à la recherche d'œufs, de nymphes et d'adultes de tétranyques. Prélever 2 lambourdes sur chacun de 25 pommiers. Examiner le revers des feuilles au microscope, à la recherche de nymphes et d'adultes.	Les seuils d'intervention varient selon le produit utilisé. Appliquer l'Apollo à l'éclosion des premiers œufs, avant qu'il y ait plus de 3 tétranyques actifs par feuille. Dans le cas de tous les autres acaricides, le seuil est de 5-7 nymphes par feuille au moment où au moins 50 % de la population se trouve au stade nymphal.	
	Du stade calice au début de l'été (de juin au début de juillet)	Chaque semaine, prélever 2 feuilles sur chacun de 25 pommiers bien espacés.	Un traitement s'impose à partir de 7-10 tétranyques actifs par feuille. Nota : Certains acaricides récents doivent être appliqués à partir de 5 tétranyques par feuille. Voir la publication 360F du MAARO pour plus d'information sur le moment des interventions selon les produits employés.	Le tétranyque à deux points n'apparaît dans les vergers que vers la fin de l'été. L'efficacité d'un produit peut varier selon l'espèce combattue.
	De la fin de l'été (de la fin juillet à la fin août) jusqu'à la cueillette	Chaque semaine, prélever 2 feuilles sur chacun de 25 pommiers bien espacés.	Un traitement s'impose à partir de 10-15 tétranyques actifs par feuille. Nota : Certains acaricides récents doivent être appliqués à partir de 5 tétranyques par feuille. Voir la publication 360F du MAARO pour plus d'information sur le moment des interventions selon les produits employés.	L'efficacité d'un produit peut varier selon l'espèce combattue.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Tavelure	De 10 à 14 jours après le débourrement	Rechercher des lésions de tavelure sur les sépales.	Faire des traitements fongicides préventifs.	Les lésions de tavelure peuvent d'abord apparaître sur le revers des feuilles. Les cultivars McIntosh, Empire, Cortland et Jersey Mac sont très sensibles.
	De la pointe verte jusqu'à la fin de la saison	Rechercher des lésions sur les feuilles et les fruits. Noter chaque jour les températures et la durée pendant laquelle les feuilles restent mouillées. Commencer à mettre en œuvre le modèle des degrés-jours quand 50 % des boutons de McIntosh sont entre la pointe argent et la pointe verte. La température de base aux fins du modèle des degrés-jours est de 0 °C.	Faire des traitements fongicides préventifs quand les conditions météorologiques sont propices à la propagation de la maladie. À 125 degrés-jours Celsius (DJC), les risques d'infection sont accrus. Si les précipitations ont été suffisantes, la période des infections primaires prend fin à 418 DJC. Si environ une semaine après la fin de la période des infections primaires, la tavelure ne s'est pas encore manifestée dans les vergers, adopter un programme de pulvérisations réduites.	Souvent, en début de saison, les lésions de tavelure peuvent être difficiles à repérer sur les feuilles. Les lésions de tavelure apparaissent aux points d'infection de 10 à 28 jours après l'infection.
Blanc (oïdium)	De la pointe verte ou débourrement avancé à la formation du bourgeon terminal	À l'occasion des opérations de dépistage, rechercher des symptômes du blanc sur les feuilles et les pousses terminales. Prêter une attention particulière aux cultivars sensibles.	Faire des pulvérisations pré-symptômes dans les blocs où le blanc a déjà sévi.	Les cultivars sensibles comprennent les Cortland, Ida Red et Gala.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Mineuse marbrée (1re génération)	Du début avril à la fin du calice	Au début avril, installer des pièges à phéromones (facultatifs) dans les vergers afin de faire le dépistage des adultes de la mineuse marbrée et être en mesure de prévoir le moment de l'éclosion des œufs. Voir le tableau 3-2 pour de l'information sur la mise en place des pièges. Prélever au total 5 lambourdes sur chacun de 5 pommiers bien espacés. Constituer un échantillon de feuilles provenant de la partie basse de la frondaison (celle qui est le plus près du sol). Examiner le revers des feuilles au microscope afin d'y déceler la présence d'œufs et de larves se nourrissant de sève. Déterminer le nombre d'œufs par lambourde ou par feuille.	Une fois que les œufs commencent à éclore, le seuil d'intervention est fixé à au moins 3 œufs par lambourde ou au moins une larve se nourrissant de sève par feuille.	Les œufs éclosent généralement autour du stade calice.
	Du calice à la fin juillet	Continuer de surveiller les pièges à phéromones. Une fois que des œufs de 1re génération ont été observés (autour du calice), prélever 5 feuilles sur les grosses branches les plus basses de chacun de 10 pommiers. Observer le revers des feuilles au microscope et y dénombrer tous les œufs, toutes les larves se nourrissant de sève et toutes les larves nourrissant de tissus. Déterminer le nombre d'œufs par feuille et le nombre de larves se nourrissant de sève par feuille.	Une fois que les œufs commencent à éclore, le seuil d'intervention est fixé à au moins une galerie laissée par les larves se nourrissant de sève par feuille.	Des parasitoïdes offrent un moyen de lutte biologique contre les mineuses. Vérifier si des parasitoïdes sont présents.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Mineuse marbrée (2e génération)	Du milieu à la fin juin jusqu'à la fin juillet	Commencer l'échantillonnage visant le dépistage des œufs et des larves de la 2e génération après les premiers vols de la 2e génération de mineuses adultes (du milieu à la fin juin). Prélever au moins 50 feuilles (5 feuilles de chacun de 10 pommiers) sur des pousses situées dans la partie basse des grosses branches, soit à moins de 1,5 m du sol. Prélever des feuilles ni trop jeunes ni trop vieilles sur de nouvelles pousses. Dénombrer au microscope tous les œufs et toutes les larves se nourrissant de sève sur le revers des 50 feuilles prélevées et consigner les résultats. Déterminer le nombre d'œufs par feuille et le nombre de larves se nourrissant de sève par feuille.	Arbres soumis à un stress : 2 galeries par feuille. Arbres sains : 4 galeries par feuilles.	Cesser l'échantillonnage quand les galeries creusées par les larves se nourrissant de tissus deviennent prédominantes. Comme les mineuses ont été moins problématiques ces dernières années, une surveillance étroite de cet ennemi n'est peut-être indiquée que dans les vergers qui en ont été infestés dans le passé.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Tordeuse orientale du pêcher (TOP) (1re génération)	De la fin avril à la mi-juin	Fin avril, installer des pièges à phéromones dans les vergers où la TOP est présente. Il est important d'entreprendre la surveillance à cette période, car un retard dans l'apparition des TOP les saisons froides peut nécessiter des traitements insecticides supplémentaires. Le flétrissement des pousses terminales et les dommages sur les fruits peuvent apparaître à la mi-juin.	En règle générale, si le nombre de captures dans les pièges à phéromones est supérieur à 10 par semaine, il y a probablement lieu d'intervenir. Les insecticides dirigés contre cette génération sont souvent appliqués 6-10 jours après une recrudescence des captures dans les pièges, qui coïncide souvent avec le stade calice. Il est parfois nécessaire de répéter le traitement si les TOP continuent d'émerger. Un modèle a été élaboré pour déterminer le moment des traitements insecticides contre la TOP. Commencer à compter les degrés-jours (température de base de 7,2 °C) après le repère biologique que constitue la première capture substantielle d'adultes de la TOP. Dans le cas des produits qui sont dirigés contre les larves nouvellement écloses, le moment des interventions se situe autour de 194-208 DJC dans le cas de la première génération. Pour plus d'information, se reporter à la rubrique consacrée à la tordeuse orientale du pêcher, p. 104.	La TOP ne sévit que dans certaines régions. Les régions touchées se limitent aux comtés de Norfolk/Brant, Middlesex/London, Essex/Kent. Pour savoir comment distinguer les larves de TOP de celles du carpocapse de la pomme, se reporter à la p. 104.
Tordeuse orientale du pêcher (2e, 3e et 4e générations, la 4e étant partielle)	De juin à la cueillette	On voit des individus de la 2e génération en vol de la fin juin à la mi-juillet. Les premiers vols de la 3e génération s'observent en août.	Faire des traitements insecticides 3-6 jours après une recrudescence des captures dans les pièges. Si l'on utilise le modèle des degrés-jours pour la surveillance de la TOP, faire les traitements insecticides à 805-833 DJC pour lutter contre la 2e génération, et le 1er traitement dirigé contre la 3e génération à 1361-1389 DJC, suivi du 2e traitement à 1611-1667 DJC.	La technique de la confusion des mâles donne d'excellents résultats dans la lutte contre la TOP. Pour plus d'information, voir la p. 109.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Rouilles	Bouton rose	Faire le dépistage des téleutospores produites par les galles sur les branches de cèdre.	Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour cette maladie. Dans les vergers où des rouilles ont sévi, un programme de traitements fongicides peut être nécessaire pour les combattre.	La présence de galles sur des thuyas avant et après la floraison peut laisser craindre l'infection des pommiers.
	30 jours après la floraison	Observer la face supérieure des feuilles de pommiers à la recherche de taches jaunes.		
	De la nouaison à la maturité	Inspecter les fruits, surtout à l'extrémité apicale, à la recherche de taches jaunes.		
Punaise terne	Du bouton rose avancé au calice	Faire le dépistage des adultes et des dommages qu'ils causent dans les vergers. Les adultes sont difficiles à observer durant les opérations de dépistage, car ils sont prompts à s'envoler. Rechercher des traces de suintement à la surface ou à proximité des boutons floraux.	Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour ce ravageur. Les applications de certains insecticides faites avant ou après la floraison permettent parfois de tenir les punaises ternes en échec.	
Chenilles défoliatrices du printemps	Du débourrement avancé à la mi-juin	On peut apercevoir des larves qui se nourrissent de feuilles, de fruits ou de fleurs. Chaque semaine, examiner 10 pousses terminales et 10 bouquets floraux sur chacun de 10 pommiers.	Intervenir dès que l'on dénombre 12-15 larves sur 100 pousses terminales.	
Puceron rose du pommier	Du prébouton rose ou du bouton rose avancé à la mi-saison	Inspecter l'intérieur de 5 bouquets de fruits sur chacun de 20 pommiers (au total 100 bouquets). Un bouquet renfermant plus de 20 pucerons est considéré comme étant infesté.	Intervenir à partir de 5 bouquets infestés sur 100 bouquets examinés.	
Carpocapse de la pomme (1re génération)	De la floraison à la mi-juin	À la floraison, installer les pièges à phéromones dans le verger pour faire le dépistage des carpocapses adultes. Voir l'information sur la disposition des pièges donnée dans le tableau 3-2. Recueillir et consigner les données sur les températures minimales et maximales quotidiennes aux fins de l'application du modèle des degrés-jours.	Le seuil d'intervention contre les carpocapses de 1re génération est établi à partir d'un modèle de degrés-jours. Les traitements insecticides doivent se faire à 50 DJC (température de base de 10 °C) s'ils sont dirigés contre les œufs, et à 125 DJC après le premier vol soutenu de carpocapses (température de base de 10 °C) s'ils sont dirigés contre les larves.	Les larves de 1re génération sont présentes dans le fruit de la mi-juin à la fin août. Les dommages ne sont observables sur les fruits que 5 semaines ou plus après le calice.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Carpocapse de la pomme (2e génération)	À l'apparition des carpocapses de 2e génération au début d'août	Faire les traitements insecticides dirigés contre les larves de la 2e génération à 600-625 DJC (température de base de 10 °C).	Les larves à maturité de la 2e génération quittent les fruits dès la fin août jusque bien au delà du début octobre.	
Punaise de la molène	Du calice à 2 ou 3 semaines après le calice	Pratiquer la surveillance par la technique du tapotement au-dessus d'un plateau de collecte à partir de la floraison jusqu'à 3 semaines après le calice. Donner au total 25 petits coups secs sur les branches de pommiers choisis au hasard dans le verger.	Appliquer les produits dirigés contre la punaise de la molène dès que les 25 coups permettent de recueillir 7-9 nymphes dans le plateau.	Les cultivars sensibles comprennent : Golden et Red Delicious, Gala, Spartan, Northern Spy, Empire, Cortland et Jona Gold.
Charançon de la prune	De la floraison au début de l'été	Au cours des opérations de dépistage hebdomadaires, parcourir le verger sur son périmètre à la recherche de fruits endommagés. Inspecter les hôtes sauvages aux abords du verger à la recherche de charançons.	Faire les traitements pesticides dès que les dommages apparaissent sur le périmètre du verger ou sur les hôtes sauvages avoisinants.	Les adultes deviennent actifs vers la floraison, mais ne commencent à s'attaquer aux fruits qu'au calice.
Hoplocampe des pommes	Du bouton rose avancé au début de l'été	Surveiller les adultes de l'hoplocampe des pommes au moyen de pièges visuels tridimensionnels qui consistent en des plaquettes encollées blanches qui réfléchissent les rayons autres que les rayons UV et qui imitent la couleur des fleurs. Installer les pièges dans les pommiers entre les stades prébouton rose et bouton rose avancé et faire le dépistage des adultes deux fois par semaine. Faire les traitements insecticides en préfloraison et/ou en postfloraison. Les dommages aux fruits surviennent 2-3 semaines après le calice.	Les insecticides de préfloraison dirigés contre la mineuse marbrée du pommier peuvent aussi être efficaces contre l'hoplocampe des pommes. Si un tel insecticide a été employé, appliquer des insecticides de postfloraison quand on compte 6 captures d'hoplocampes par piège. Dans les vergers qui n'ont pas été traités à l'aide d'insecticides de préfloraison, le seuil pour les pulvérisations de postfloraison est de 3 captures d'hoplocampes par piège.	

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Génération hivernante de la tordeuse à bandes obliques	Du prébouton rose au début juin	Les larves émergent du prébouton rose jusqu'à la fin de la floraison. Inspecter 5 pousses terminales et 5 bouquets floraux sur chacun de 10 pommiers (soit 50 pousses terminales et 50 bouquets floraux au total) à la recherche d'indices de l'alimentation de chenilles et de larves. Installer les pièges à phéromones destinés aux adultes de la génération hivernante dans le verger au stade calice, avant les premiers vols des adultes.	Une intervention est indiquée quand de 1 à 2 % des pousses terminales ou des boutons comportent des larves ou des dommages causés par les larves, ou si ce ravageur a déjà sévi dans le verger. Faire les pulvérisations contre les larves hivernantes au stade calice. Utiliser des pièges à phéromones pour déterminer la première capture substantielle des tordeuses, puis compter les degrés-jours en utilisant comme température de base 6,1 °C. Ces modèles déterminent le moment des pulvérisations contre la génération estivale.	
Génération estivale de la tordeuse à bandes obliques	Du début juin à la fin août	Les larves de la génération estivale sont présentes dans le verger de juin jusque tard en août. Les vols des adultes de la génération estivale se produisent entre la mi-août et la fin septembre. Les larves sont quant à elles présentes dans le verger jusqu'à la cueillette, après quoi elles hivernent. Inspecter 10 pousses terminales sur chacun de 10 pommiers à la recherche de larves.	Une intervention est indiquée quand de 1 à 2 % des pousses terminales comportent des larves ou des dommages ou quand le niveau de 240 à 280 DJC (temp. de base de 6,1 °C) est atteint après la première capture substantielle de tordeuses dans les pièges.	On ne recours habituellement pas aux pulvérisations de fin de saison pour lutter contre la tordeuse, car elles ne sont en général pas efficaces.
Cicadelle blanche du pommier	De la préfloraison à fin de la cueillette	Les nymphes font leur apparition dans les vergers de la préfloraison jusqu'au calice. Inspecter 5 feuilles sur chacun de 20 pommiers choisis au hasard dans un bloc de verger, à la recherche de nymphes et d'adultes. Pour faire le dépistage des individus de 1re génération, choisir de préférence des feuilles bien développées se trouvant près du tronc.	De 2 à 5 nymphes par feuille.	

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Puceron vert du pommier	Du débourrement à la cueillette	Faire le dépistage des colonies de pucerons. Inspecter 10 pousses terminales sur chacun de 10 pommiers choisis au hasard, à la recherche de colonies de pucerons. Prêter en même temps attention à la présence d'insectes utiles.	Intervenir à partir de 400-600 pucerons par pousse terminale sur 10 % ou plus d'entre elles. Si des prédateurs sont présents sur plus de 20 % des pousses terminales, retarder le traitement insecticide et vérifier l'efficacité des ennemis naturels une semaine plus tard.	C'est habituellement en juillet et en août que les colonies de pucerons sont les plus nombreuses. Les insectes utiles peuvent rendre les traitements insecticides moins nécessaires ou carrément superflus.
Mouchetures et tache de suie	De la mi-été à la cueillette	Vérifier si des symptômes sont observables sur les fruits.	Aucun seuil n'a été établi. Mettre en œuvre un programme de fongicides quand le cumul des heures pendant lesquelles les feuilles sont restées mouillées après le calice s'établit à 540. Appliquer à nouveau des fongicides à la fin août ou en septembre si plus de 5 cm de pluie sont tombés depuis le dernier traitement, surtout si le verger est adjacent à une haie le séparant d'un boisé, car l'inoculum peut y être abondant.	Des températures modérées et de forts taux d'humidité sont propices à cette maladie. Il suffit parfois de 3 à 4 semaines après le calice pour que les symptômes sur le fruit apparaissent, mais ceux-ci sont plus fréquents et plus importants à la fin de l'été et au début de l'automne.
Tache vésiculeuse	Du calice à la fin juillet	Inspecter les fruits à la recherche de symptômes.	Aucun seuil n'a été établi. Faire des traitements fongicides préventifs sur les cultivars sensibles.	Les cultivars sensibles comprennent les cultivars Mutsu et Golden Delicious.
Cicadelle de la pomme de terre	De la mi-juin à la cueillette	Inspecter le verger à la recherche de feuilles et de pousses enroulées et à la recherche d'adultes et de nymphes.	Aucun seuil n'a été établi, mais 1-2 nymphes par feuille peuvent suffire à provoquer l'enroulement des feuilles.	
Sésie du cornouiller	De juin à la cueillette	Les adultes commencent à émerger à la fin juin. Installer 4 pièges à phéromones dans les vergers en juin. Surveiller le pic d'intensité des vols d'adultes (habituellement autour de la mi-juillet).	Dans les vergers où la sésie du cornouiller a déjà causé des dommages, appliquer des insecticides sur le tronc des arbres 7 jours après le pic observé.	La sésie du cornouiller n'est pas présente dans tous les vergers. Pour déterminer si elle l'est, inspecter les broussins pour voir s'ils sont infestés et s'ils comportent des excréments. Dès que des dégâts sont visibles, envisager de mettre en œuvre un programme de lutte.

Ennemi	Quand le surveiller	Méthode de surveillance	Seuil ou moment du traitement	Remarques
Mouche de la pomme	Du début de l'été (mi-juillet) au début de septembre	Les adultes commencent à émerger entre la mi-juillet et la fin août. Faire le dépistage des adultes au moyen de 5 pièges jaunes encollés appâtés avec un attractif (hexanoate de butyle). Les piqûres laissées par la ponte des œufs peuvent apparaître 7-10 jours après les vols des adultes. Les galeries peuvent être visibles 2-10 jours après la ponte.	Appliquer des insecticides ciblant les adultes, 7-10 jours après la capture de la 1re mouche de la pomme adulte sur un piège jaune encollé. Faire les traitements suivants tous les 14-21 jours, si les captures le justifient.	

Tableau 3-2. Directives d'utilisation des pièges visuels et à phéromones dans les vergers

Ennemi	Mineuse marbrée (facultatif)	Tordeuse orientale du pêcher	Hoplocampe des pommes	Carpocapse de la pomme	Sésie du cornouiller	Tordeuse à bandes obliques	Mouche de la pomme
Type de piège	Contenant à crème glacée + appât phéromonal + grille collante en plastique	Appât phéromonal + piège	Piège tridimensionnel blanc encollé	Appât phéromonal + piège	Appât phéromonal + piège	Appât phéromonal + piège	5 plaquettes jaunes avec essence de pomme
N^bre^ de pièges par site	2	5	3	4	4	4	5
Moment de l'installation	Débourrement avancé	Fin avril	Prébouton rose	Floraison	Fin juin	Calice	3-4 semaines après le calice
Disposition dans le verger	1re génération : près du tronc sur les branches maîtresses basses; 2e génération : sur des branches situées à environ 1 m du sol.	À au moins deux rangées du pourtour du verger. Le long d'une ligne droite qui passe à travers le verger.	La surveillance n'est nécessaire pour le moment que dans l'est de l'Ontario. Dans une rangée périmétrique (près de buissons), à distance de bras à l'intérieur de la frondaison, au milieu de fleurs.	En amont des hôtes sauvages ou abandonnés par rapport au vent. À au moins 2 rangées du périmètre du verger. Suivant une droite ou une configuration en carré. Le plus haut possible dans la frondaison.	Hauteur optimale : 1,2 m.	En amont des hôtes sauvages ou abandonnés par rapport au vent. À au moins 2 rangées du périmètre du verger. Suivant une droite ou une configuration en carré.	Dans les rangées périmétriques faisant face à des pommiers ou à des aubépines sauvages ou abandonnés.
N^bre^ de générations par an	3	3 et une 4e partielle	1	1 ou 2 (selon la région)	1	2	1
Activité des adultes	Émergence des adultes de la 1re génération fin avril. Individus de la 2e génération actifs du milieu à la fin juin. Individus de la 3e génération actifs en août et en septembre.	Émergence des adultes de la 1re génération fin mai début juin. Émergence des adultes de 2e génération du début au milieu de juillet. Émergence des adultes de la 3e génération de la fin août à la fin septembre.	Émergence des adultes au stade du bouton rose avancé.	Émergence des adultes de la 1re génération fin mai début juin. Émergence des adultes de la 2e génération au début d'août.	Vols habituellement observés en juin et juillet.	Les adultes de la génération hivernante sont actifs en juin et juillet. Les adultes de la génération estivale sont actifs en août et septembre.	Vols observés de juin à la fin septembre. Pic d'intensité des vols observé en août.

Ennemi	Mineuse marbrée (facultatif)	Tordeuse orientale du pêcher	Hoplocampe des pommes	Carpocapse de la pomme	Sésie du cornouiller	Tordeuse à bandes obliques	Mouche de la pomme
Interprétation des captures	Ne révèlent que le moment où les adultes émergent et le moment où doit se faire le dépistage des œufs.	Moments des pulvérisations choisis d'après le pic d'intensité des vols ou l'accumulation de degrés-jours après des captures substantielles. Pulvérisations effectuées 6-10 jours après une recrudescence des vols de la 1re génération et 3-6 jours après la recrudescence des vols des générations suivantes. Les captures dans les pièges ne sont pas révélatrices des niveaux de population. Un modèle de degrés-jours a été élaboré pour prévoir le moment des applications d'insecticides; voir le tableau 3-1 pour plus de détails.	Intervention justifiée à partir de 6 captures d'hoplocampes par piège, s'il y a eu application d'un insecticide de préfloraison, ou à partir de 3 hoplocampes par piège s'il n'y en a pas eu.	Dans chaque verger, utiliser comme repère biologique la première capture substantielle de mineuses et appliquer : des ovicides à 50 DJC (temp. de base de 10 °C); des larvicides à 125 DJC (temp. de base de 10 °C) contre la 1re génération et à 600-625 DJC contre la 2e génération.	Faire un seul traitement quand les premiers œufs éclosent ou au pic d'éclosion des œufs. Dans cette étude, les premiers œufs ont éclos 9 jours après les premières captures dans les pièges à phéromones. Le pic d'éclosion des œufs est survenu le 2 août, soit 20 jours après le pic de captures.	Contre les populations résistantes aux organophosphorés, la première capture tient lieu de repère biologique. Faire la première pulvérisation à 240 DJC (temp. de base de 6,1°C) après le repère biologique. Faire les pulvérisations suivantes au besoin.	Les plaquettes jaunes indiquent le moment de l'apparition des premiers adultes. Une pulvérisation est recommandée 7-10 jours après la capture de la première mouche sur la plaquette jaune encollée. Les captures suivantes servent à déterminer le moment des pulvérisations subséquentes. Le moment des pulvérisations varie selon le produit.

Les pièges à phéromones doivent être distancés de 50-100 m. Deux fois par semaine, vérifier les pièges, dénombrer les captures et les retirer des pièges. Remplacer les bouquets phéromonaux au cours de la saison aux intervalles prévues par le fabricant. Prendre soin d'installer les pièges avant les premiers vols de l'insecte.

4. Organismes nuisibles et organismes utiles dans les vergers de pommiers

Insectes et acariens nuisibles

Acariens

Les deux principaux acariens qui s'attaquent aux pommiers en Ontario sont le tétranyque rouge du pommier, *Panonychus ulmi* (Koch), et le tétranyque à deux points, *Tetranychus urticae* (Koch). Les deux espèces appartiennent à la famille des tétranychidés, ou « araignées rouges ». Ces acariens phytophages (qui se nourrissent de plantes) parasitent de nombreuses cultures, dont les arbres fruitiers, les petits fruits, les légumes, les plantes ornementales et les plantes de grande culture. L'ériophyide du pommier, *Aculus schlechtendali* (Nalepa), est un ravageur sporadique de la famille des ériophyidés.

L'ériophyide du pommier provoque rarement des dommages importants dans les vergers. Il existe néanmoins des cas justifiant le recours à des acaricides pour en réduire le nombre. Le tétranyque à deux points tend à présenter plus de problèmes dans l'est de l'Ontario que dans le sud-ouest. La température moyenne pendant la saison de végétation constitue le facteur abiotique le plus important dans la prolifération des populations. Le développement des acariens est en effet en relation directe avec la température : plus celle-ci est élevée, plus l'éclosion, la croissance et la reproduction des acariens seront rapides. Le tétranyque rouge du pommier et le tétranyque à deux points préfèrent tous deux un climat chaud et sec.

Tétranyque rouge du pommier

Le tétranyque rouge du pommier est l'acarien le plus répandu dans les vergers ontariens; il s'y trouve depuis le début du printemps jusqu'à la cueillette.

Description

Les œufs du tétranyque rouge du pommier, de couleur rouge, sont légèrement aplatis (en forme d'oignon) et sont surmontés de cils. À leur éclosion, les nymphes (larves) ont trois paires de pattes. Plus tard, elles acquerront une nouvelle paire de pattes, comme les adultes. Les tétranyques immatures sont généralement rougeâtres, mais peuvent prendre une teinte verte après la mue (ils rougissent au fur et à mesure qu'ils se nourrissent). La longueur des individus peut varier de 0,15 à 0,4 mm, selon leur stade biologique. Le mâle et la femelle diffèrent d'apparence. La femelle adulte est de couleur brun-roux foncé, mesure environ 0,40 mm de longueur et possède des rangées de taches sur le dos, lequel comporte des « épines » (figure 4-1). Le mâle est plus petit (0,28 mm), de couleur plus claire ou plus terne, avec un abdomen pointu; ses pattes sont proportionnellement plus longues que celles de la femelle. Les tétranyques immatures se nourrissent surtout du tissu végétal prélevé sur la face inférieure des feuilles, près de la nervure médiane et des nervures secondaires. Les adultes se nourrissent du dessus et du dessous des feuilles. Même s'il appartient à la même famille que le tétranyque à deux points, le tétranyque rouge produit des toiles moins visibles.

Figure 4-1. Tétranyque rouge femelle au milieu de ses œufs.

Cycle biologique

Les œufs de tétranyque rouge du pommier qui hivernent se trouvent généralement sur la surface rugueuse de l'écorce, à la base des bourgeons, sur les dards et à l'intérieur du branchage, tout près du tronc principal et des grosses branches (figure 4-2). Ils commencent à éclore à peu près au stade du prébouton rose.

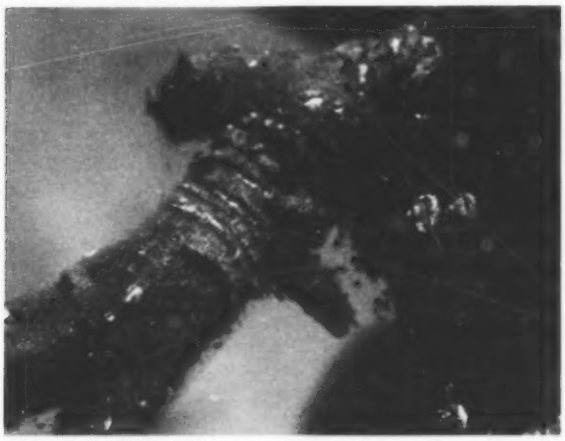


Figure 4-2. Œufs de tétranyque rouge hivernant sur un dard.

Au fur et à mesure que les œufs éclosent, les jeunes nymphes se déplacent des rameaux vers les feuilles en croissance, où elles commencent à se nourrir. Parvenues au stade adulte, elles s'accouplent et pondent une première génération d'« œufs d'été ». On peut compter de six à huit générations de tétranyques rouges dans le courant d'une année. Les premières générations sont les plus synchrones, mais à partir du milieu de l'été, les générations se chevauchent, de sorte que tous les stades sont présents en même temps. À la fin du mois d'août, les femelles commencent à pondre des œufs d'hiver sur les ramilles et les grosses branches, de même que dans la cuvette oculaire des fruits.

Dommages

Le tétranyque rouge cause un bronzage caractéristique des feuilles auxquelles il s'attaque (figure 4-3). Pour se nourrir, il introduit ses pièces buccales en forme d'aiguille dans les feuilles et en suce la substance, y compris la chlorophylle. Les feuilles atteintes vont présenter une apparence grenue et même bronzée si l'infestation est assez dense. Les infestations graves peuvent provoquer la défoliation de l'arbre.

Une attaque soutenue par des populations non maîtrisées de tétranyques rouges affaiblit l'arbre, ce qui nuira l'année suivante à la croissance des pousses et à la formation des boutons. La couleur, la fermeté, le calibre et le poids des pommes, de même que leur teneur en solides solubles, seront aussi affectés. Le stress imposé par des infestations graves peut même entraîner la mort des pommiers lors d'hivers rigoureux.

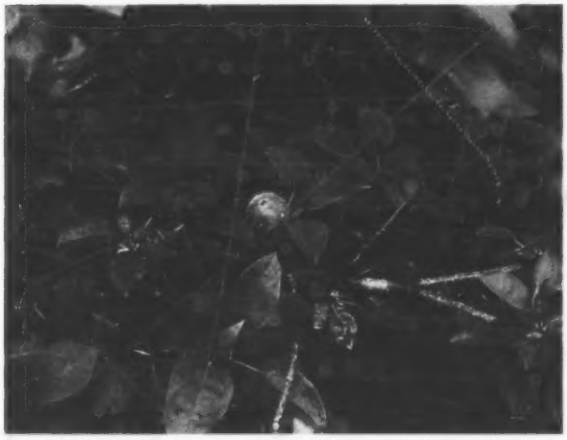


Figure 4-3. Bronzage attribuable à une infestation par le tétranyque rouge.

Surveillance et seuils d'intervention

Le suivi hebdomadaire du tétranyque rouge doit débuter au moment du passage du stade de dormance à celui de prébouton rose. Examiner les lambourdes (rameaux fructifères) et les rameaux à la recherche d'œufs de tétranyques qui y auraient passé l'hiver. Entre les stades prébouton rose et calice, on recueillera 2 dards sur chacun de 25 pommiers choisis au hasard dans chaque bloc. À l'aide d'un microscope à dissection d'une capacité de grossissement de 25 à 40 fois, on examinera le dessous des feuilles à la recherche d'œufs, de nymphes et d'adultes, ainsi que d'éventuels insectes utiles. Avec une loupe, un consultant ou un dépisteur expérimenté pourra arriver sur place à une évaluation approximative du niveau d'infestation, mais cette estimation est trop imprécise pour déterminer si le seuil d'intervention a été atteint.

Après le stade calice, choisir un total de 50 feuilles, soit 2 feuilles de chacun de 25 pommiers bien espacés pris au hasard à l'intérieur du bloc. Les feuilles doivent être prélevées à une longueur de bras à l'intérieur de la frondaison. Compter indifféremment les tétranyques rouges du pommier et les tétranyques à deux points qui s'y trouvent et noter le nombre total d'œufs, de nymphes et d'adultes des deux espèces confondues. On procède à un compte séparé par stade de développement parce que les acaricides ont une efficacité variable selon l'espèce et le stade de croissance des organismes visés.

Répéter l'exercice une fois par semaine, notamment pendant les mois les plus chauds de l'été où les tétranyques peuvent proliférer et dépasser très rapidement les seuils d'intervention. Les acariens se retrouvent généralement en plus grand nombre sur les arbres situés dans les zones abritées du verger et près des routes poussiéreuses, mais il convient de faire un échantillonnage égal dans toutes les parties des blocs de vergers.

Procéder à un échantillonnage distinct dans chaque bloc de vergers ou parcelle à traiter. Les cultivars Red Delicious, Empire et Gala tendent à héberger les populations les plus denses. Il faut faire un échantillonnage pour ces cultivars de même que pour les blocs de vergers ayant connu dans le passé des infestations de tétranyques.

La présence d'acariens utiles peut retarder ou écarter la nécessité d'une application d'acaricide; on en fera donc le recensement au moment de l'échantillonnage. Pour connaître les seuils, voir le tableau 4-1, *Seuils d'intervention contre le tétranyque rouge et le tétranyque à deux points.*

Tableau 4-1. Seuils d'intervention contre le tétranyque rouge et le tétranyque à deux points

Stade de croissance	Seuil d'intervention et moment de la pulvérisation*
De la dormance au prébouton rose	Présence d'œufs
Du calice à 21 jours après le calice	Moment de l'éclosion des premiers œufs, avant qu'il y ait plus de 3 nymphes/feuille
	5-7 tétranyques actifs/feuille après éclosion de 50 % des œufs
De juin à la mi-juillet	7-10 tétranyques actifs/feuille, quand les nymphes constituent environ 50 % de la population
De la mi-juillet à août	10-15 tétranyques actifs/feuille, quand les nymphes constituent environ 50 % de la population

*Certains acaricides récemment homologués doivent être appliqués un peu plus tôt que les produits classiques, soit dès que l'infestation atteint 5 tétranyques/feuille. Pour plus de renseignements sur le moment des pulvérisations d'un acaricide en particulier, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Lutte

Les infestations de tétranyques dans les vergers sont causées par :

- des conditions climatiques propices à leur multiplication,
- une gestion inadéquate du couvre-sol (procurant des sites d'hivernage aux populations de tétranyques à deux points),
- une forte concentration d'azote dans les feuilles (ce qui accroît la fécondité des tétranyques),
- la disparition de sites où peuvent vivre et s'abriter les ennemis naturels des tétranyques,
- l'utilisation de pesticides qui sont toxiques pour les ennemis naturels des tétranyques.

Les ennemis naturels des tétranyques comprennent des acariens prédateurs comme *Typhlodromus pyri* (Scheuten), *T. caudiglans* (Schuster), *Amblyseius* (= *Neoseiulus*) *fallacis* (Garman), *Zetzellia mali* (Ewing), *Agistemus fleschneri* (Summers) et *Balaustium* spp. Il existe d'autres prédateurs importants comme *Stethorus punctillum* (LeConte), la petite punaise anthocoride

(*Orius* spp.), des thrips, le chrysope et la punaise de la molène, *Campylomma verbasci* (Meyer). Les acariens utiles (voir la rubrique intitulée *Acariens prédateurs*, p. 221) peuvent permettre une régulation biologique de leurs cousins nuisibles. Des recherches menées au Michigan montrent qu'un niveau adéquat de régulation biologique est atteint avec un ratio de 1 acarien ou insecte utile pour 10 acariens nuisibles.

Le choix d'un programme de pulvérisation de pesticides sélectifs permettra de protéger les prédateurs des acariens. Certains pesticides (les pyréthrinoïdes, notamment) ont pour effet de repousser ou d'irriter le tétranyque rouge sans le tuer, tout en étant toxiques pour les acariens utiles, tandis que d'autres (certains néonicotinoïdes) peuvent accroître la ponte. La mise en œuvre d'un programme de pesticides sélectifs épargnera largement les populations d'acariens utiles et permettra d'éliminer ou de retarder le recours à des acaricides.

Des pluies abondantes peuvent entraîner au sol et détruire de très nombreux tétranyques, en plus de détacher la poussière qui se dépose sur les feuilles et gêne l'action des prédateurs. Des froids extrêmes en hiver et des conditions climatiques difficiles à l'époque de l'éclosion réduisent les taux de survie des œufs hivernants de tétranyques rouges, de même que des tétranyques à deux points et des ériophyides du pommier adultes. Des températures supérieures à 30 °C nuisent à la ponte et au développement des tétranyques rouges. Les tétranyques à deux points peuvent supporter des températures plus élevées avant d'en subir des effets négatifs.

Le couvre-sol entre les rangées de pommiers doit être convenablement entretenu pour réduire l'empoussièrement des feuilles qui favorise la prolifération des acariens nuisibles. En cas d'assèchement du couvre-sol, les acariens nuisibles, comme le tétranyque à deux points, peuvent quitter le sol et envahir les arbres.

Pour prévenir une infestation par le tétranyque rouge, appliquer sur les arbres une huile de fin de dormance (du prébouton rose au bouton rose avancé) qui étouffera les œufs. Ce type d'huile n'aura cependant que peu ou pas d'effet sur le tétranyque à deux points et sur l'ériophyide du pommier qui ont passé l'hiver comme adultes sur le sol du verger. Les huiles de fin de dormance constituent un élément important de tout programme de lutte intégrée contre les ennemis du pommier.

La résistance aux acaricides est préoccupante dans les vergers de l'Ontario. L'efficacité à long terme des programmes de lutte contre les acariens exige une utilisation judicieuse des produits disponibles. Heureusement, les pomiculteurs ontariens ont à leur disposition de nombreux outils pour lutter contre les acariens et d'excellentes options pour élaborer une stratégie efficace d'atténuation des résistances aux acaricides. Voici quelques points à prendre en considération dans l'élaboration d'un programme de lutte contre les acariens nuisibles.

- Les acaricides sont souvent très sélectifs. Certains touchent uniquement certains types d'acariens à des stades précis de leur cycle biologique. Il faut en tenir compte lors du choix du ou des produits utilisés.
- Les acaricides sont surtout efficaces lorsqu'ils sont employés seuls, aux doses recommandées et dans de grands volumes d'eau (> 1 000 L d'eau/ha).
- Il faut utiliser chacun des acaricides seulement une fois par année si l'on veut retarder l'apparition de souches résistantes. Si les circonstances exigent l'application d'acaricides deux années de suite, utiliser des produits appartenant à deux groupes chimiques différents, afin d'éviter le développement d'une résistance. Pour plus de renseignements sur les familles chimiques d'acaricides, consulter la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*
- Certains acaricides récents agissent plus lentement. Il faudra en tenir compte au moment des traitements et des évaluations de suivi. Dans le cas de produits présentant un effet de choc lent, on attendra de une à deux semaines après la pulvérisation pour évaluer l'efficacité du produit.
- Des recherches menées aux États-Unis ou en Colombie-Britannique dans des vergers de pommiers et d'autres cultures ont révélé la présence d'un plus grand nombre d'acariens phytophages aux endroits où l'on effectue plusieurs pulvérisations (trois ou plus) de certains néonicotinoïdes pour venir à bout d'autres insectes nuisibles.

Tétranyque à deux points

Le tétranyque à deux points se trouve généralement en moins grand nombre dans les vergers que le tétranyque rouge du pommier et se manifeste plus tardivement dans la saison de végétation. Cependant, les pomiculteurs autour de la baie Georgienne et à l'est de Toronto éprouvent souvent plus de difficultés avec le tétranyque à deux points qu'avec le tétranyque rouge.

Description

À la ponte, les œufs de tétranyques à deux points sont transparents et sphériques, mais ils prennent la couleur du lait à mesure qu'ils évoluent. À la naissance, les individus sont incolores, mais acquièrent des taches dès qu'ils commencent à se nourrir. Comme dans le cas du tétranyque rouge, le tétranyque à deux points passe par plusieurs stades, dont un stade larvaire à six pattes et un stade nymphal à huit pattes. Aux stades nymphal et adulte, il est facile à distinguer du tétranyque rouge en raison de sa couleur – vert pâle ou couleur paille, avec deux points sombres sur le dos (figure 4-4) – et de sa forme plus allongée. Le tétranyque à deux points secrète une toile dense dont il recouvre la surface des feuilles pour retenir la poussière. Les femelles hivernantes prennent généralement une coloration rouge-orange et se réfugient souvent près de la cuvette oculaire ou du pédoncule des pommes à l'approche de la cueillette (figure 4-5).

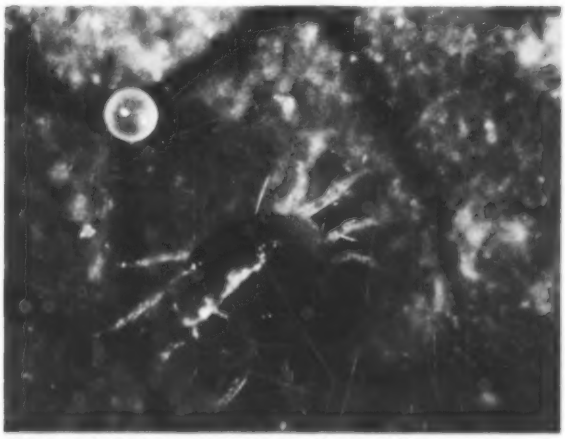


Figure 4-4. Tétranyque à deux points adulte.

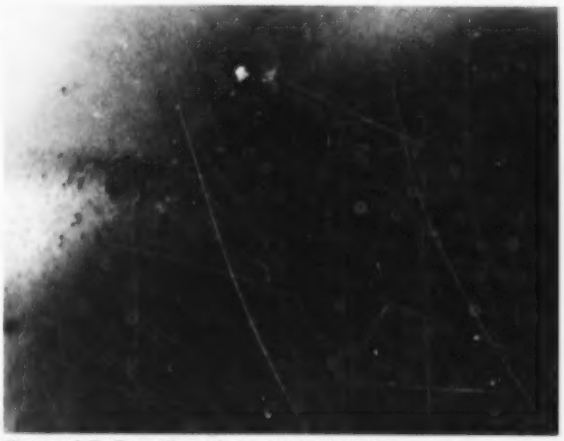


Figure 4-5. Femelles hivernantes du tétranyque à deux points.

Cycle biologique

Le tétranyque à deux points hiverne au stade adulte, alors de couleur orange, sous l'écorce des pommiers ou dans les mauvaises herbes au pied de ceux-ci. Au printemps, on le trouve souvent en grand nombre sur les dicotylédones, les ronces et les drageons qui tapissent le sol sous les arbres et aux alentours, mais il peut survivre à l'hiver sur un arbre. Il a tendance à quitter le sol en masse et à migrer vers la frondaison des pommiers au milieu ou à la fin de l'été, lorsque les mauvaises herbes et autres plantes du couvre-sol sèchent. Il prolifère jusqu'à ce que l'arrivée de températures plus fraîches à la fin de l'été ralentisse son activité. De trois à cinq générations peuvent se succéder dans le cours d'un été. Il peut se disperser sur de vastes étendues et passer d'un verger à l'autre en se laissant porter par le vent et les courants d'air. Les infestations importantes de tétranyques à deux points suivent généralement les invasions du tétranyque rouge.

Dommages

Le tétranyque à deux points tisse des toiles caractéristiques sur le revers des feuilles et décolore celles-ci (c'est le phénomène du « bronzage »). Ces toiles protègent les tétranyques et leurs œufs de leurs ennemis naturels et des fluctuations du milieu ambiant. Une attaque soutenue par des populations non maîtrisées de tétranyques rouges affaiblit l'arbre, ce qui nuira l'année suivante à la croissance des

pousses et à la formation des boutons. La couleur, la fermeté, le calibre et le poids des pommes, de même que leur teneur en solides solubles, seront aussi affectés. Le stress imposé par des infestations graves peut même entraîner la mort des pommiers lors d'hivers rigoureux.

Surveillance et seuil d'intervention

Pour un complément d'information sur la surveillance et les seuils d'intervention concernant le tétranyque à deux points, consulter la section portant sur la surveillance du tétranyque rouge du pommier, p. 52.

Lutte

On trouvera plus d'information sur la lutte contre le tétranyque à deux points dans la section concernant la lutte contre le tétranyque rouge, p. 53. À noter que certains acaricides sont plus efficaces contre le tétranyque rouge que contre son cousin à deux points.

Ériophyide du pommier

L'ériophyide du pommier est très répandu dans les vergers et n'est généralement problématique que dans les cas de populations extrêmement denses.

Description

L'ériophyide du pommier a une forme fuselée, sa couleur pouvant varier de crème à brun pâle (figure 4-6). Contrairement aux tétranyques rouge et à deux points, les adultes n'ont que deux paires de pattes. Il faut un microscope à dissection capable d'un grossissement de 100 fois pour identifier et dénombrer l'ériophyide du pommier qui, en raison de sa petite taille, peut facilement passer inaperçu.

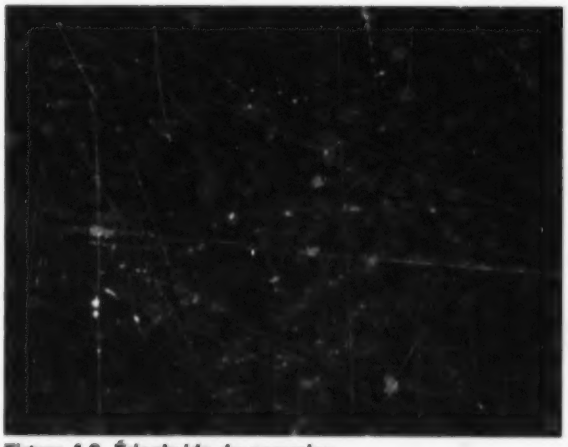


Figure 4-6. Ériophyide du pommier.

Cycle biologique

La femelle de l'ériophyide du pommier passe l'hiver sous les écailles des bourgeons et émerge de son gîte au moment du débourrement printanier, pour se nourrir des feuilles. Les œufs sont déposés sur le revers des feuilles. Plusieurs générations se succèdent chaque année. Ces acariens peuvent être utiles s'ils sont peu nombreux parce qu'ils constituent une importante source de nourriture de remplacement pour les acariens prédateurs lorsque les tétranyques rouges et à deux points sont peu nombreux. Ils incitent en effet les acariens prédateurs et d'autres ennemis naturels à rester dans la frondaison des pommiers plutôt que de migrer vers d'autres hôtes.

Dommages

Les dommages causés par l'ériophyide du pommier sont variables et peuvent notamment se traduire par une déformation et un jaunissement des feuilles. Sa présence en petit nombre sur les pommiers n'est pas inquiétante, mais une infestation importante (200 individus ou plus par feuille) et prolongée de ces acariens aura pour effet de provoquer un enroulement caractéristique des feuilles, d'en endommager la face inférieure et de leur donner une apparence parcheminée argentée. Lorsqu'il s'attaque aux fruits en croissance, l'ériophyide peut en endommager l'épiderme et provoquer son roussissement.

Surveillance et seuil d'intervention

Il n'y a pas lieu d'utiliser des acaricides à moins que les populations d'ériophyides n'atteignent de 200 à 500 individus par feuille. En petit nombre, les ériophyides jouent un rôle utile puisqu'ils servent de proies aux acariens prédateurs.

Lutte

Certains acaricides sont impuissants face à l'ériophyide du pommier. Pour obtenir une liste de produits efficaces contre cet acarien, consulter la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Cochenilles

Les cochenilles, qui représentaient naguère une menace sérieuse pour la production pomicole en Ontario, sont désormais mieux maîtrisées grâce à l'introduction de porte-greffes nains, de programmes de surveillance des organismes nuisibles et de méthodes de pulvérisation plus efficaces. De nombreuses espèces de cochenilles sont présentes en Ontario, notamment la cochenille de San José, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock), la cochenille ostréiforme, *Quadraspidiotus ostreaeformis* (Curtis), la cochenille virgule du pommier, *Lepidosaphes ulmi* (Linn.) et d'autres espèces moins importantes.

La cochenille de San José est l'espèce la plus nuisible en Ontario, la cochenille ostréiforme venant au deuxième rang quant aux dommages infligés aux cultures. La cochenille de San José cause des dommages directs aux fruits et/ou nuit aux arbres en s'abreuvant de leur sève, ce qui a pour effet de réduire la vitalité de l'arbre et de provoquer la mort éventuelle d'un certain nombre de branches. Les cultures attaquées par la cochenille de San José comprennent les pommiers, les poiriers, les cognassiers, les pruniers, les abricotiers, les cerisiers à fruits doux, les groseilliers, les groseilliers à maquereau et de nombreuses plantes ornementales ligneuses.

Cochenille de San José

La cochenille de San José, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock), est l'espèce de cochenille la plus répandue dans les vergers. Ses effets nuisibles se sont amplifiés ces dernières années, peut-être en raison d'une réduction des programmes de pulvérisation d'insecticides.

Description

L'espèce est vivipare (les femelles ne pondent pas d'œufs). Les larves mobiles sont petites, de forme ovale et de couleur jaune-orange; elles ont six pattes et une paire d'antennes. Les femelles adultes sont presque rondes et s'abritent sous un bouclier cireux (d'environ 1,6 mm de diamètre) portant au centre un ombilic en relief (figure 4-7). Elles demeurent sous leur bouclier leur vie entière. Les adultes mâles sont de petits insectes ailés d'environ 1 mm de longueur, de couleur brun-or. Une fois parvenus à maturité, ils émergent en groupe des boucliers allongés qui les recouvrent et partent en vol. Le vol initial survient généralement à l'époque de la pleine floraison, suivi de trois vols d'été qui se chevauchent à partir du milieu de l'été jusqu'à l'automne.

Figure 4-7. Cochenille de San José femelle *(Alan Eaton, University of New Hampshire Coop. Extension).*

Cycle biologique

La cochenille de San José passe l'hiver sur le pommier, sous la forme d'un individu immature qui reste en dormance sur l'écorce jusqu'à ce que la sève se mette à monter, au printemps; elle atteint sa pleine maturité à la fin mai. Les mâles actifs (devenus alors de petits insectes ailés) émergent de leur bouclier protecteur et partent à la recherche des femelles pour s'accoupler. Les femelles sont immobiles et séjournent sous leur bouclier leur vie durant. Après l'accouplement, les femelles commencent à donner naissance à des petits vivants, généralement au rythme de 9 à 10 par jour. La mise bas dure six semaines, chaque femelle pouvant produire de 150 à 500 larves mobiles. Celles-ci ont six pattes et deux antennes. Dans leurs premières heures de vie, la plupart s'éloignent de leur mère dans un rayon de 1 m. Elles se déplacent ensuite jusqu'à ce qu'elles trouvent un bon endroit (écorce ou fruit) pour se développer, y enfoncent leurs pièces buccales et commencent à se nourrir de la sève. Trois semaines plus tard, elles muent et se débarrassent de leur vieille peau. Elles sont fixées à l'écorce par leurs pièces buccales. Tandis que l'insecte grandit, il se dote d'une coquille cireuse qui le protège de la sécheresse, des prédateurs et des matières toxiques. Avant de parvenir au stade adulte, les femelles et les mâles passent respectivement par deux et par quatre stades nymphaux. Les populations de cochenilles se multiplient rapidement par temps très chaud et sec, les femelles produisant plus de 300 millions de petits chaque année. L'espèce connaît deux générations complètes chaque année. Les larves se dispersent dans les vergers en se laissant porter par le vent ou en se fixant aux pieds des oiseaux, aux vêtements des travailleurs ou à la machinerie agricole.

Dommages

Les infestations importantes de cochenilles – particulièrement sur de jeunes pommiers – affectent sérieusement la vitalité, la croissance et la productivité des arbres. Les infestations graves peuvent étouffer des branches entières. Les insectes se fixent aux branches (figure 4-8) ou aux fruits (figure 4-9). Pour savoir s'ils sont présents sur une branche, il suffit d'en enlever l'écorce : on verra alors apparaître (le cas échéant) des taches rougeâtres. L'insecte se nourrit de la sève de son hôte. L'infestation massive d'un jeune arbre peut le tuer en deux ou trois ans. Les arbres plus vieux résistent mieux, mais peuvent aussi succomber à une infestation d'envergure.

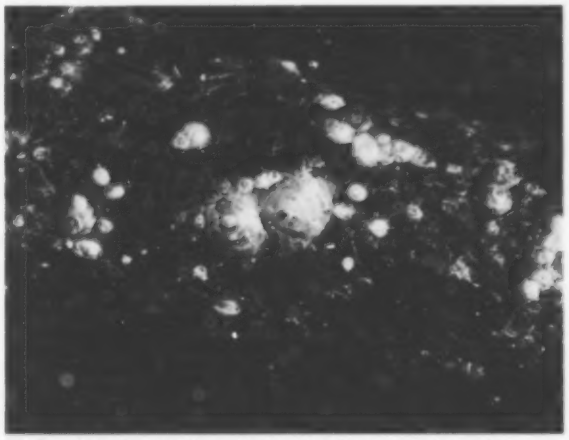


Figure 4-8. Cochenilles de San José sur une branche *(Alan Eaton, University of New Hampshire Coop. Extension).*

Figure 4-9. Cochenilles de San José sur un fruit.

Les attaques de la cochenille de San José sur les pommes se concentrent autour de la cuvette pédonculaire et de l'extrémité apicale et se traduisent souvent par l'apparition de petites taches grises sur la pomme, entourées d'une mince zone enflammée et rougeâtre. Les fruits qui comportent plus de deux taches sont généralement déclassés par les entreprises de conditionnement. Certaines entreprises n'acceptent aucune tache sur les fruits (tolérance zéro), en particulier si ceux-ci sont destinés à l'exportation.

Des infestations graves en début de saison végétative peuvent donner de petits fruits déformés.

Surveillance et seuil d'intervention

Il faut examiner soigneusement les fruits au moment de la cueillette, à la recherche de cochenilles. Il n'existe pas de seuil d'intervention en cas de présence de cochenilles sur les fruits. En règle générale, la présence de lésions sur les fruits à la cueillette justifiera l'application de mesures de correction au printemps qui suit. Dans les parcelles infestées, on posera du ruban noir électrique sur les branches charpentières des arbres (l'adhésif tourné vers l'extérieur) de manière à pouvoir suivre l'activité des larves. Les rubans doivent être installés à la mi-juin pour une période de sept à dix jours après le stade calice; on les remplacera ensuite toutes les deux à trois semaines, jusqu'à la fin de la saison. On pourra ainsi constater la présence de larves jaunes englués sur le ruban. Dans certaines régions (Michigan), on utilise des pièges aux phéromones pour déterminer les moments les plus propices pour les pulvérisations contre la cochenille de San José.

Lutte

Toute lutte efficace contre la cochenille commence par la prévention. Ainsi, on examinera soigneusement les arbres provenant des pépinières et on jettera les arbres infestés ou on les échangera pour des arbres sains. Les nouvelles parcelles de cultures fruitières seront implantées loin des peuplements de feuillus ou des anciennes plantations d'arbres fruitiers où la cochenille a posé problème.

Dans les vergers en exploitation ayant connu des épisodes d'infestation par la cochenille, appliquer de l'huile Superior avant que les arbres ne sortent de leur dormance, au moment où les insectes n'ont qu'une mince coquille de cire pour les protéger. Une application tardive, après l'apparition des tissus verts sur l'arbre, réduit souvent l'efficacité de la lutte contre la cochenille parce que celle-ci aura eu le temps de secréter un épais bouclier de cire qui la rend moins vulnérable aux insecticides. Des insecticides ont récemment été homologués pour lutter contre les infestations de larves mobiles dans les vergers. Les chercheurs américains appliquent les insecticides au moment où les larves sont actives (ainsi que le révèlent les relevés de surveillance), à la mi-juin et à la mi-août. Pour plus d'information sur le calendrier d'application des insecticides contre les cochenilles, consulter la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Cochenille ostréiforme

La cochenille ostréiforme, *Quadraspidiotus ostreaformis* (Curtis), est un ravageur occasionnel des vergers de l'Ontario.

Description

Les larves mobiles (nymphes) de la cochenille ostréiforme sont d'un jaune éclatant et possèdent deux longues antennes. Les femelles sont immobiles et sont dotées d'un bouclier circulaire cireux comportant une élévation en son centre. Les mâles adultes sont de couleur rouge brunâtre et possèdent un abdomen allongé, de longues antennes et des ailes.

Cycle biologique

Les femelles, accouplées et fécondées hivernent à un stade immature sur des rameaux (figure 4-10). Les jeunes femelles hivernantes commencent leur évolution vers la maturité – protégées par un épais bouclier de cire – en mai et en juin. Elles donnent naissance à des jeunes vivants. Les larves mobiles se déplacent vers le revers des feuilles et sur les rameaux et les branches charpentières des arbres pour s'y fixer et se nourrir. Le bois des arbres de plus de trois ans est généralement trop épais pour être percé par les pièces buccales de l'insecte. Les mâles, dotés d'ailes, apparaissent en août et meurent après s'être accouplés avec les femelles. La cochenille ostréiforme a un éventail d'hôtes relativement limité. Elle s'attaque surtout aux cultures suivantes : *Malus* spp. (pommiers), *Pyrus* spp. (poiriers) et *Prunus* spp. (arbres à fruits à chair tendre). On compte une génération par année.

Figure 4-10. Cochenille ostréiforme sur une branche *(ministère de l'Agriculture et des Terres de la C.-B.).*

Dommages

La cochenille s'alimente en aspirant la sève des feuilles et des rameaux tout au long des mois de juillet et d'août. Les jeunes insectes produisent de grandes quantités de miellat – un liquide clair et sucré à l'origine de proliférations fongiques indésirables. En parasitant l'arbre, la cochenille l'affaiblit et produit des taches rondes sur l'écorce. Sa présence est signalée par des taches entourées d'une aréole rouge sur les feuilles et les fruits (figure 4-11).

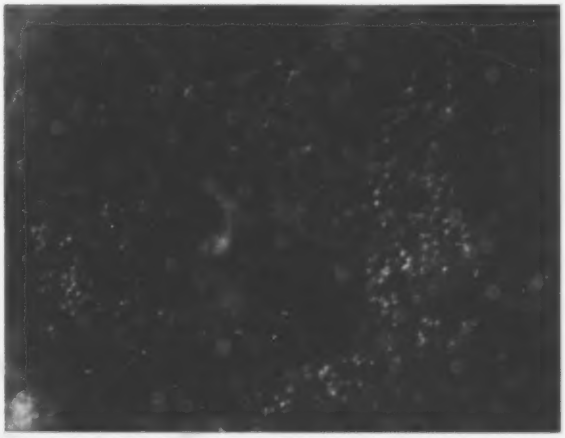


Figure 4-11. Cochenille ostréiforme sur un fruit *(ministère de l'Agriculture et des Terres de la C.-B.).*

Surveillance et seuil d'intervention

Utiliser du ruban électrique noir pour piéger les larves mobiles et suivre leurs déplacements (voir la même rubrique sous *Cochenille de San José*, p. 59).

Lutte

Voir la même rubrique sous *Cochenille de San José*, p. 59.

Cochenille virgule

La cochenille virgule, *Lepidosaphes ulmi* (Linn.), s'attaque aux fruits des pommiers dans la plupart des provinces et États où l'on pratique cette culture, partout dans l'est de l'Amérique du Nord.

Description

Les œufs sont elliptiques et les jeunes nymphes sont très petites, blanches et pourvues de six pattes. Les mâles sont de petits insectes ailés. Les femelles ont environ 0,7 mm de longueur, sont de couleur blanc crème et n'ont ni pattes ni antennes. On compte une génération par saison végétative.

Cycle biologique

La cochenille virgule hiverne sous la forme de femelle fécondée portant des amas de 40 à 150 œufs sous son bouclier. Les œufs éclosent à la fin du printemps, environ deux ou trois semaines après la pleine floraison; les jeunes larves mobiles sortent alors de leur lieu d'hivernage. Ces larves à six pattes, blanches et petites, migrent vers un site où elles pourront commencer à se nourrir. Après s'être alimentée pendant quelques heures, la cochenille commence à prendre sa forme adulte. L'accouplement a lieu et les femelles meurent peu de temps après avoir terminé leur ponte.

Dommages

Les prélèvements de sève effectués par la cochenille virgule affaiblissent l'arbre et peuvent aussi endommager le fruit (figure 4-12).

Figure 4-12. Cochenille virgule sur un fruit.

Surveillance et seuil d'intervention

Utiliser du ruban électrique noir pour piéger les larves mobiles et suivre leurs déplacements (voir la même rubrique sous *Cochenille de San José*, p. 59).

Lutte

Voir la même rubrique sous *Cochenille de San José*, p. 59.

Pucerons

Il existe trois espèces de pucerons actifs dans les vergers de pommiers de l'Ontario – le puceron vert du pommier, *Aphis pomi* (DeGeer), le puceron rose du pommier, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), et le puceron lanigère, *Erisoma lanigerum* (Hausmann).

Puceron vert du pommier

Le puceron vert du pommier, *Aphis pomi* (DeGeer), est largement répandu au Canada et aux États-Unis. On le voit apparaître dans les vergers de pommiers à la fin mai ou au début juin. L'insecte se nourrit de la sève des feuilles sur les pousses adventives et les pousses terminales succulentes. On le retrouve habituellement à proximité des nervures principales, sur la face inférieure des feuilles. Le puceron vert s'attaque aussi au poirier, à l'aubépine, au cognassier, au pommetier et à la spirée. Cette espèce de puceron prédomine dans les vergers de pommiers de l'Ontario, mais le grand nombre de prédateurs naturels rend souvent inutile le recours à la lutte chimique.

Description

Les œufs ont 1 mm de longueur, ils sont brillants, noirs et de forme ovale. Les nymphes (figure 4-13) ont 2 mm de longueur, elles sont de couleur vert pâle à vert-jaune, de forme ovale avec des cornicules (protubérances) noires; leur développement comprend cinq stades nymphaux. Les adultes (figure 4-14) ont 2 mm de longueur, sont de forme ovale, ont le corps vert brillant et possèdent des cornicules et des pattes noires; ils peuvent avoir des ailes ou non. Le puceron vert immature possède des antennes plus courtes et des cornicules moins développées que le puceron rose du pommier parvenu au même stade de développement. On le retrouve généralement en colonies sur les jeunes pousses terminales des pommiers.

Figure 4-13. Nymphe du puceron vert du pommier.

Figure 4-14. Puceron vert du pommier adulte.

Cycle biologique

Le puceron vert du pommier hiverne sous la forme d'œufs déposés sur les gourmands, à la base des bourgeons sur les pousses terminales. Les œufs éclosent en même temps que les bourgeons s'ouvrent et que les premières feuilles se déploient. Les nymphes qui émergent des œufs sont toutes des femelles. Elles commencent immédiatement à se nourrir en s'attaquant aux feuilles nouvellement déployées. D'abord présentes sur les pousses terminales, elles migrent plus tard vers le feuillage intérieur plus ancien. Après s'être nourries pendant environ deux semaines et avoir subi plusieurs mues, les nymphes deviennent des adultes sans ailes qui se reproduisent sans s'accoupler. Ces adultes donnent naissance à des jeunes vivants et l'effectif de la colonie s'accroît rapidement. Chaque femelle peut donner naissance à une descendance de 50 à 100 jeunes vivants. Les jeunes se développent en sept à dix jours. Les populations de pucerons verts envahissent progressivement les pommes au début du printemps (aux stades pleine floraison et calice), d'autant plus rapidement que les moyennes quotidiennes de température augmentent. Elles atteignent leur densité maximale en juillet et au début août, un cycle générationnel complet pouvant s'accomplir en deux ou trois semaines selon les conditions météorologiques, ce qui implique qu'il y a plusieurs générations par année. Les pucerons adultes vivant en colonie (figure 4-15) sont généralement dépourvus d'ailes jusqu'à ce que la densification de la population provoque la formation d'individus ailés capables de migrer vers d'autres hôtes dans le verger.

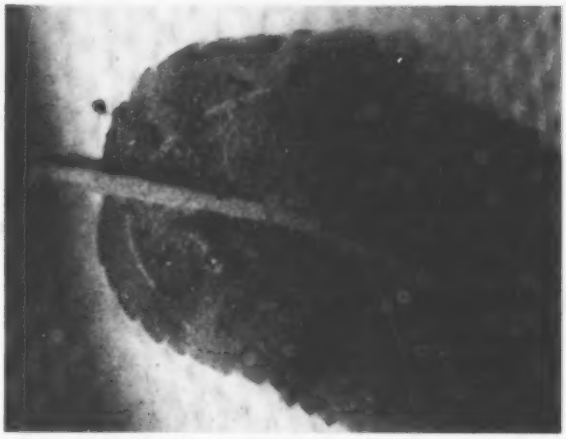


Figure 4-15. Colonie de pucerons verts.

Les pucerons verts demeurent généralement sur les pommes tout au long de l'été. À la fin de l'été, les femelles donnent naissance à des femelles et à des mâles. Les femelles s'accouplent alors avec les mâles et pondent des œufs qui hiverneront. La plupart des œufs sont déposés à une distance de 15 à 20 cm de l'extrémité des rameaux. On trouve rarement des œufs de puceron sur les grandes branches charpentières ou le tronc des pommiers.

Dommages

Le puceron vert du pommier se nourrit de la sève des feuilles. Les infestations graves affaiblissent les pousses et gênent leur croissance, ce qui affecte notamment les pépinières et les vergers de pommiers non encore productifs. Les prélèvements de sève par les pucerons réduisent la taille des bourgeons et la longueur des entre-nœuds, en plus de provoquer l'enroulement des feuilles. Les dommages provoqués par le puceron vert peuvent stimuler la production de branches latérales et nuire à la forme de l'arbre. Les feuilles enroulées et les pousses terminales affaiblies sont plus vulnérables aux rigueurs de l'hiver. Le miellat sécrété par les pucerons peut dégoutter sur les fruits et favoriser le développement de champignons fuligineux (noirâtres) qui tacheront l'épiderme des fruits et réduiront leur valeur marchande. Dans les cas extrêmes, le puceron vert ira s'alimenter sur les pommes en voie de maturation et provoquera leur roussissement.

Surveillance et seuil d'intervention

Commencer la surveillance des arbres au stade du calice et rester aux aguets jusqu'à ce que les pousses terminales se soient endurcies (fin juillet et août). Chaque semaine et tout au long de l'été, examiner 100 pousses terminales dans un bloc de 4 à 6 ha (figure 4-16). Pour ce faire, choisir au hasard 10 pousses terminales sur chacun de 10 arbres aussi choisis au hasard, sans rechercher les pousses qui pourraient sembler atteintes par le puceron. Le seuil d'intervention en ce qui concerne le puceron vert est la présence de 400 à 600 pucerons par pousse sur 10 % ou plus des pousses inspectées. Au cours des opérations de dépistage, examiner soigneusement les pommiers à la recherche de prédateurs naturels. Si plus de 20 % des colonies de pucerons ont des ennemis naturels, retarder ou annuler le traitement insecticide. Dans le cas d'une présence importante de prédateurs, refaire un échantillonnage du verger moins de une semaine plus tard pour s'assurer que les prédateurs sont bien à l'œuvre.

Figure 4-16. Dépistage du puceron vert du pommier.

Lutte

La vitalité des populations de pucerons est influencée par leur environnement, notamment les conditions météorologiques, l'état de santé des arbres et la présence d'ennemis naturels. Ainsi, si les pucerons n'ont pas accès à de nouvelles pousses gorgées de sève et doivent se contenter de feuilles plus vieilles, le nombre de jeunes qui verront le jour peut baisser de 50 %. Si les températures atteignent 30 ou 32 °C ou plus, les femelles auront du mal à se reproduire. Les pucerons meurent lorsque les températures restent très élevées pendant plusieurs jours, tandis que les fortes pluies les précipitent au sol. Un printemps frais et pluvieux favorise les pucerons et nuit à leurs ennemis naturels.

Le puceron vert du pommier est l'un des rares ennemis du pommier dont on parvient souvent à maîtriser les populations par des moyens biologiques. Un certain nombre d'insectes utiles assurent en effet une lutte biologique efficace contre ce puceron dans les vergers de pommiers. Le prédateur le plus couramment observé est *Aphidoletes* spp. *(Cecidomyiidae)*, un moucheron de couleur orange. Parmi les autres ennemis naturels du puceron, on compte les larves de syrphes *(Syrphidae)*, les larves de chrysopes (*Chrysoperlidae* et *Hemerobiidae*), les larves et les adultes de coccinelles *(Coccinellidae)*, la punaise de la molène *(Miridae)*, la minuscule punaise anthocoride *(Anthocoridae)*, les perce-oreille et certaines guêpes parasites *(Braconidae)*. Les ennemis naturels peuvent toutefois être anéantis par l'application d'insecticides visant d'autres insectes. On utilisera donc, autant que possible, des produits qui ne risquent pas de nuire aux prédateurs naturels. Pour plus d'information sur les insectes utiles, voir p. 224.

Il convient de surveiller de près les concentrations d'azote dans les tissus des pommiers pour éviter une croissance excessive et luxuriante des pousses terminales et freiner ainsi la multiplication des pucerons. Il faut aussi reporter les émondages d'été jusqu'à ce que les bourgeons terminaux soient formés, pour éviter l'apparition de repousses très vite colonisées par les pucerons. L'égourmandage à la main, au début du mois de juin, permet d'éviter les débordements de végétation qui attirent les pucerons verts. Certaines recherches donnent à penser que l'application d'Apogee (un régulateur de croissance des plantes à base d'hormones freinant la croissance des pousses terminales) crée un environnement défavorable à certaines espèces de pucerons.

L'utilisation d'insecticides peut se révéler nécessaire dans des pépinières et des blocs non productifs lorsque les pucerons verts pullulent.

Puceron rose du pommier

Le puceron rose du pommier, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), qu'on trouve dans la plupart des régions pomicoles d'Amérique du Nord, est une menace pour tous les cultivars de pommiers. Le pommier constitue l'hôte de prédilection du puceron rose, qui s'attaque aussi aux poiriers et aux aubépines. Les cultivars Cortland, Idared et Golden Delicious sont les plus vulnérables à l'insecte. Le puceron rose se nourrit principalement des feuilles de l'arbre, notamment de celles des lambourdes. Il provoque l'enroulement et la chlorose du feuillage, ce qui empêche les fruits d'atteindre leur plein développement, en plus de les déformer. Le puceron rose est l'espèce de puceron la plus néfaste sur le plan économique dans les vergers de l'Ontario.

Description

Les œufs destinés à hiverner sont déposés sur l'écorce des arbres et à la surface des rameaux; ils ont 0,4 mm de longueur et sont de forme ovale. À la ponte, ces œufs sont de couleur jaune brillant, mais évoluent lentement vers le jaune-vert et finalement le noir. La nymphe connaît cinq stades nymphaux, au cours desquels sa taille progresse de 0,4 à 2,0 mm. Les jeunes nymphes sont jaune pâle ou roses, puis passent au brun-rose ou au mauve à mesure qu'elle se nourrissent et grandissent. Elles ont de longues cornicules à la base de l'abdomen et de longues antennes qui font presque la moitié du corps (figure 4-17). Les adultes, qui ont 3 mm de longueur, peuvent avoir ou ne pas avoir d'ailes. Au début du printemps, les pucerons roses se déplacent vers les bouquets de fruits en voie de développement et deviennent des adultes aptes à se reproduire au moment de la floraison, la mutation vers l'âge adulte s'effectuant sur une période de deux à trois semaines. Les nymphes qui sortent des œufs sont des femelles dépourvues d'ailes, qu'on appellera des fondatrices (ou primogynes) lorsqu'elles parviendront à maturité. Les adultes sont de couleur rose-mauve foncé et se regroupent en colonies sur les pousses de croissance et les pousses terminales.

Figure 4-17. Nymphe du puceron rose du pommier.

Cycle biologique

À l'automne, les femelles déposent leurs œufs sur l'écorce, notamment à la base des bourgeons. Les œufs commencent à éclore au moment où les bourgeons s'ouvrent et continuent à éclore pendant deux semaines. Les nymphes se nourrissent en mangeant le pourtour des feuilles et les boutons (bourgeons fructifères) jusqu'à ce que les feuilles se déploient, puis elles descendent à l'intérieur des bouquets de fleurs et commencent à prélever la sève dans les pédoncules et les fruits nouvellement formés. Une seule nymphe qui s'abreuve de sève pendant vingt-quatre heures peut provoquer l'enroulement d'une feuille lorsque celle-ci se déploie.

Les femelles matures donnent naissance à des jeunes vivants pendant ou peu après la floraison. La deuxième génération vient à maturité et produit des jeunes vivants deux ou trois semaines après le stade calice. Les populations de pucerons se concentrent généralement à l'intérieur et dans le haut de la frondaison. La deuxième génération met de quatre à quarante jours pour atteindre la maturité et donner naissance à des jeunes. Les femelles non fécondées donnent naissance (par parthénogenèse) à des jeunes vivants; seules des femelles voient le jour en été. La plupart des pucerons roses de deuxième génération sont des femelles dépourvues d'ailes. Chaque femelle produit de 120 à 185 petits. En règle générale, trois générations de pucerons roses du pommier se succèdent sur les fruits, la deuxième génération survenant deux ou trois

semaines après le stade calice des fruits et la troisième voyant le jour entre le milieu et la fin de juin. Dès le début ou le milieu de juillet, la plupart des pucerons sont pourvus d'ailes et migrent vers leurs plantes hôtes d'été, soit le plantain majeur et le plantain lancéolé ou l'oseille. Certains étés, les femelles non ailées de la troisième génération donnent naissance à une quatrième génération sur les fruits. On a constaté récemment dans certaines régions que des populations de pucerons roses demeuraient en place dans les vergers entre le milieu et la fin de l'été et y continuaient leurs déprédations. On ne peut dire pour l'instant si ce changement de comportement résulte d'une modification du milieu ou d'autres facteurs qui éliminent le besoin de se trouver un nouvel hôte.

De nombreuses générations nouvelles se développent sur les hôtes d'été jusqu'à l'automne. À ce moment, les femelles ailées retournent sur les pommiers et donnent naissance à de jeunes femelles vivantes, qui se développeront sur les pommes, s'accoupleront avec des mâles et déposeront des œufs qui hiverneront jusqu'au printemps suivant.

Dommages

Les jeunes pucerons éclosent au printemps, endommageant l'extérieur des bourgeons à feuille et à fruit en prélevant la sève des tissus des bourgeons. Tandis qu'ils prélèvent la sève, les pucerons injectent une toxine qui déforme les feuilles (figure 4-18) et les fruits (figure 4-19). L'activité alimentaire des pucerons a pour effet de provoquer l'enroulement et le plissement des feuilles, dissimulant ainsi la colonie. Le miellat produit par les pucerons souille les feuilles et les fruits sous-jacents où ne tardent pas à s'implanter des champignons fuligineux qui tachent les fruits. Les dépôts de miellat attirent aussi les fourmis, de sorte que les infestations de pucerons sont souvent associées à des invasions de fourmis. Les dommages les plus sérieux surviennent lorsque la salive des pucerons est transférée des feuilles aux fruits, ce qui donnera des fruits de petite taille (pommes naines) et déformés, impossibles à commercialiser. La salive toxique des pucerons ralentit la croissance des racines et d'autres tissus ligneux de l'arbre. Des recherches révèlent que ce phénomène a des répercussions sur les jeunes arbres à l'étape où ils développent leur structure portante. En outre, les toxines injectées par les pucerons agissent comme un produit anti-chute, c'est-à-dire qu'ils entravent le processus normal d'abscission, soit la séparation naturelle du fruit à maturité. Le puceron rose s'attaque rarement aux jeunes pousses terminales en croissance rapide; il préfère les feuilles, les pédoncules et les jeunes fruits.

Figure 4-18. Dégradation d'une pousse terminale par le puceron rose du pommier.

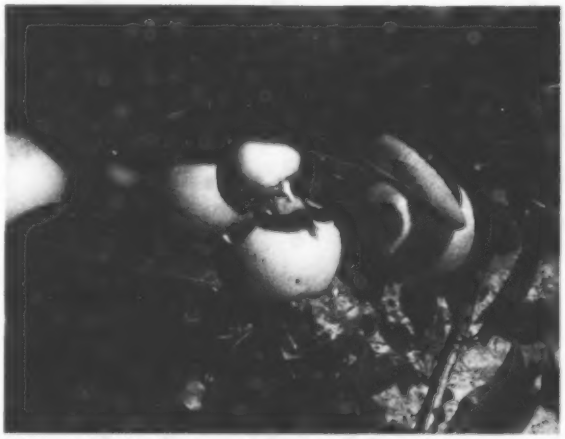


Figure 4-19. Fruit rabougri par l'action du puceron rose du pommier.

Surveillance et seuil d'intervention

Procéder à un examen hebdomadaire des arbres pour y relever la présence de pucerons roses du pommier, à partir du stade prébouton rose jusqu'à la fin juin. Les cultivars Cortland, Ida Red et Golden Delicious sont particulièrement vulnérables et doivent faire l'objet d'un suivi particulier. Dans des plantations de pommiers nains et semi-nains, pour chaque parcelle de verger de 10 à 15 ha, examiner 5 bouquets de fruits sur 20 arbres différents. Dans le cas de pommiers de haute tige, examiner 10 bouquets de fruits sur chaque arbre d'un total de 10 arbres. On considère qu'un bouquet de fruits est infesté si l'on y dénombre plus de 20 pucerons. Il faut apporter une attention particulière à l'intérieur des arbres; c'est l'endroit où les pucerons roses se fixeront d'abord.

Un traitement chimique est recommandé si plus de 5 % des bouquets de fruits sont infestés et que les prédateurs sont peu nombreux. Rechercher la trace de prédateurs à proximité des colonies de pucerons roses. Leur présence en grand nombre peut rendre un traitement chimique inutile.

Des recherches menées en Pennsylvanie ont révélé l'existence d'un lien entre la densité des populations de pucerons roses du pommier et les dommages subis par les fruits. En effet, le nombre de lambourdes infestées que l'on recense sur chaque pommier lors d'une recherche de trois minutes entre les stades bouton rose et bouton rose avancé a un rapport direct avec le nombre de pommes abîmées par arbre au moment de la cueillette. On peut en déduire que les pucerons attaquent les bouquets de fleurs au hasard et que chaque bouquet infesté produira une pomme abîmée. Les chercheurs ont en conséquence conclu qu'un traitement chimique était justifié dès qu'on découvrait un bouquet infesté par arbre à l'étape du bouton rose avancé.

Lutte

Les pucerons ont de nombreux ennemis naturels, notamment les larves de syrphes (*Syrphidae*), les larves de chrysopes (*Chrysoperlidae* et *Hemerobiidae*), les larves et les adultes de coccinelles (*Coccinellidae*), la punaise de la molène (*Miridae*), la minuscule punaise anthocoride (*Anthocoridae*), les perce-oreille et certaines guêpes parasites (*Braconidae*). On trouvera des photographies et des descriptions de ces prédateurs et parasites sous *Insectes utiles*, p. 224. Les ennemis naturels peuvent être anéantis par l'application d'insecticides visant d'autres insectes. On utilisera donc, autant que possible, des produits qui ne risquent pas de nuire aux prédateurs naturels.

Les arbres non taillés constituent un terrain favorable pour les pucerons, l'efficacité de la lutte contre les infestations s'en trouvant grandement réduite. Un printemps frais et pluvieux favorise également la multiplication des pucerons en créant des conditions défavorables aux parasites et prédateurs naturels. Les pucerons périssent lorsqu'ils sont exposés à des conditions extrêmes de température (des froids intenses ou des changements brusques de température en hiver ou pendant la période d'éclosion) ou d'humidité (des pluies froides lors de l'éclosion des œufs ou peu de temps avant peuvent tuer les jeunes pucerons). Ils peuvent être aussi décimés par des insectes ou des oiseaux prédateurs. S'il faut recourir à un traitement chimique, mélanger les insecticides à d'importantes quantités d'eau, de manière à optimiser la dispersion des produits. Autant que possible, ne pulvériser les produits que sur des cultivars sensibles aux pucerons et là où le seuil d'intervention aura été atteint. Il est important de détecter les infestations de pucerons roses du pommier tôt, avant la mi-juin, et de réagir sans tarder (les applications d'insecticides en fin de saison auront peu d'effet dans la mesure où les colonies seront alors à l'abri à l'intérieur des feuilles). Un programme de pulvérisation systématique doit être lancé dès qu'on voit apparaître des feuilles enroulées, signal du début d'une infestation par les pucerons roses.

Les huiles pour traitements d'hiver utilisées pour réprimer les infestations de cochenilles ostréiformes et de San José peuvent aussi servir à maîtriser temporairement les populations de pucerons roses du pommier, dont les œufs se trouvent étouffés par l'huile qui les recouvre.

Puceron lanigère

Le puceron lanigère, *Erisoma lanigerum* (Hausmann), natif d'Amérique du Nord, est présent partout dans les zones pomicoles du Canada et des États-Unis. L'insecte, qu'on voyait rarement dans les vergers de l'Ontario, y est maintenant beaucoup plus répandu. Plusieurs générations se succèdent chaque année. Le puceron lanigère s'attaque aux pommiers et aux ormes, de même qu'aux poiriers, aux sorbiers d'Amérique et aux aubépines.

Description

Les colonies de pucerons lanigères apparaissent d'abord en juin sur les cicatrices d'émondage, autour des blessures sur les branches et le tronc et à la base des nouvelles pousses. L'infestation progresse ensuite et gagne les rameaux en formation et les points d'attache des pousses adventives.

Les œufs sont de couleur cannelle et de forme ovale et mesurent 0,3 mm de longueur. Les nymphes mesurent de 0,6 à 1,3 mm de longueur, elles sont de couleur brun rougeâtre ou mauves et sont souvent recouvertes d'une sécrétion cireuse blanche (figure 4-20). Les nymphes passent par quatre stades nymphaux. Parvenus à l'âge adulte, les pucerons mesurent environ 3 mm de longueur. Les colonies aériennes sont généralement situées sur les coupes d'émondage ou à la base des pousses adventives (figure 4-21).

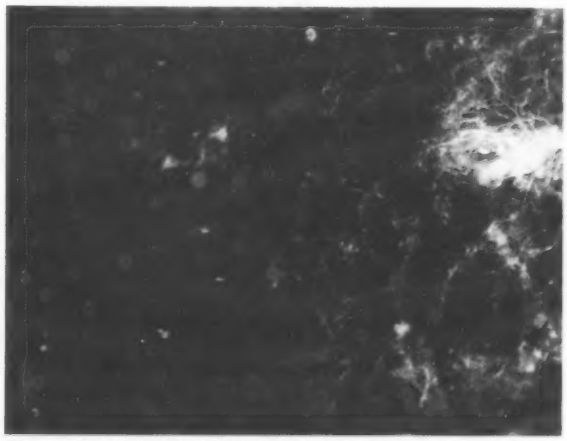


Figure 4-20. Nymphe du puceron lanigère.

Figure 4-21. Pousse terminale infestée par le puceron lanigère.

Cycle biologique

Beaucoup de questions restent sans réponse concernant le cycle de vie du puceron lanigère. On croyait que l'insecte hivernait uniquement dans les ormes, à l'état de nymphe immature ou d'œuf, et que les adultes matures dotés d'ailes migraient dans les vergers au printemps et en été. Récemment, on a constaté qu'il pouvait accomplir tout son cycle biologique sur un pommier et hiverner sur les branches ou les racines. On considère maintenant que les pucerons qui séjournent dans les ormes appartiennent à une espèce distincte appelée *E. Herioti* (Börner), qui peut aussi se développer sur un pommier. L'hôte de prédilection du puceron lanigère reste inconnu.

Les larves mobiles peuvent gagner les racines en tout temps lorsqu'elles sont actives, principalement en juin et en juillet, ainsi qu'à l'automne Il existe des pucerons ailés et des larves mobiles et les uns et les autres se déplacent d'arbre en arbre. La proximité des arbres les uns des autres et un sol propre et uni favorisent la migration des larves mobiles. Un sol chaud, la présence de mauvaises herbes et l'éloignement des arbres freinent les déplacements des pucerons d'un arbre à l'autre.

Des recherches ont révélé un lien entre la fréquence des infestations dans un verger et l'âge du verger. Ainsi, dans les vergers de 25 ans et plus, de 70 à 100 % des pommiers peuvent être infestés, la surface infestée sur chaque pommier pouvant aller de 24 à 50 %. Les

porte-greffes Malling Merton (MM) ont été croisés de façon à acquérir une résistance au puceron lanigère, mais cette résistance serait en train de s'affaiblir.

Dommages

L'alimentation du puceron lanigère provoque la formation de nœuds ou de galles sur les rameaux et les racines. Ces galles sont plus faciles à repérer sur les pousses adventives que sur les blessures de l'arbre. Les zones attaquées par les pucerons sont plus sensibles au gel et aux blessures causées par l'hiver. Les colonies souterraines sont à l'origine de la formation de galles sur les racines. Les pucerons se nourrissent des tissus de cicatrisation des blessures des branches et du tronc. Sur un arbre souffrant de chancre, le puceron peut, par ses déplacements, propager l'agent pathogène.

Les pucerons secrètent une substance collante, le miellat, qui dégoutte sur les fruits et les feuilles, provoque l'apparition de taches de rousseurs sur les fruits et favorise l'implantation de champignons fuligineux qui réduiront la valeur marchande des fruits. Le miellat présente en outre un problème d'ordre pratique pour les ouvriers qui travaillent à la cueillette; il rend les mains collantes et tache les vêtements.

Surveillance et seuil d'intervention

Surveiller l'apparition de couches ou de toiles cotonneuses et cireuses sur les coupes d'émondage et les pousses adventives au printemps, puis du milieu à la fin de l'été. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour le puceron lanigère du pommier. Il faut réagir dès qu'on voit se gonfler les rameaux colonisés par le puceron ou se former des galles aux endroits où il se nourrit. Il faudra également intervenir si les colonies envahissent le voisinage des bouquets de fruits ou s'attaquent à de jeunes arbres ou à du matériel de pépinière. Les dommages seront de peu d'importance si les colonies restent sur les pousses adventives et les branches, loin des bouquets de fruits.

Lutte

Dans les vergers de culture biologique et les vergers utilisant un minimum d'insecticides à large spectre, la lutte contre les infestations par le puceron lanigère peut être assurée par ses ennemis naturels. Les plus importants sont *Aphelinus mali* (Haldemann), les larves de chrysopes, les coccinelles et les larves de syrphes. Des plantes à fleurs installées dans les vergers ou à proximité de ceux-ci fourniront le nectar et le pollen nécessaires pour attirer et retenir les ennemis naturels des pucerons.

La conduite du verger aura aussi une influence sur l'évolution des populations de pucerons. Voici quelques règles à mettre en pratique pour éviter la pullulation des pucerons lanigères et en réduire les populations sans avoir à recourir aux pesticides.

- Enlever les drageons qui poussent à la base des troncs. On découragera ainsi l'établissement, en début de saison, de pucerons qui chercheront plus tard à envahir le haut des arbres.
- Enlever les gourmands et les pousses adventives sur les principales branches charpentières; ce sont les sites préférés des pucerons. L'égourmandage à la main en début de saison (juin) améliore l'efficacité de la pulvérisation de l'arbre.
- Couvrir les cicatrices d'émondage les plus importantes d'enduit cicatrisant, de manière à décourager la formation de colonies.
- Procéder à un émondage d'été (en août) pour éradiquer les plus grosses colonies de pucerons.
- Pour le renouvellement du verger, choisir des porte-greffes mis au point pour résister au puceron lanigère, comme les MM.106 et MM.111.

Le recours aux insecticides, lorsqu'il est nécessaire, doit se faire au début de la saison plutôt qu'à la fin. La pulvérisation est en effet plus efficace lorsque les nymphes sont jeunes et que les colonies commencent à se former, les produits chimiques traversant plus facilement la couche de cire mince qui recouvre alors les insectes. Pour que les pesticides donnent un maximum de résultats, s'assurer d'un bon recouvrement lors des pulvérisations, en utilisant de grands volumes d'eau.

Cicadelles

De nombreuses espèces de cicadelles envahissent les pommiers, mais deux seulement ont une incidence économique en Ontario : la cicadelle blanche du pommier, *Typhlocyba pomaria* (McAtee), un insecte indigène, présent partout où l'on cultive la pomme; et la cicadelle de la pomme de terre, *Empoasca fabae* (Harris), qui s'attaque occasionnellement aux pommiers, notamment aux jeunes arbres non productifs.

Cicadelle blanche du pommier

La cicadelle blanche du pommier est indigène en Amérique du Nord; on la rencontre dans la plupart des régions pomicoles du Canada et des États-Unis. Le pommier constitue probablement le seul hôte sur lequel hiverne l'insecte, mais celui-ci peut, à la belle saison, infester également le pêcher, le prunier, le cerisier ou l'aubépine. La cicadelle se nourrit exclusivement des feuilles et n'attaque pas directement le fruit.

Description

L'œuf de cicadelle fait moins de 1 mm de longueur, il est blanc crème et de forme cylindrique, avec des extrémités en pointe. L'insecte passe par cinq stades nymphaux. Les jeunes nymphes des premier et deuxième stades nymphaux sont blanchâtres avec des yeux rouges ternes, et font environ 1,0-1,5 mm de longueur (figure 4-22). Lors du troisième stade nymphal, des ébauches d'ailes et des yeux blancs ternes font leur apparition. Aux quatrième et cinquième stades nymphaux, la cicadelle garde la même apparence qu'au troisième stade, mais elle est plus grande (figure 4-23). Les nymphes de la cicadelle blanche du pommier se distinguent de celles de la cicadelle de la pomme de terre par leur façon de se déplacer lorsqu'elles sont dérangées : la cicadelle blanche avance ou recule, tandis que la cicadelle de la pomme de terre se déplace de côté, à la manière d'un crabe. Les adultes sont blanc crème, mesurent environ 3 mm de longueur et maintiennent leurs ailes au-dessus de leur dos lorsqu'ils sont au repos (figure 4-24).

Figure 4-22. Jeune nymphe de la cicadelle blanche du pommier.

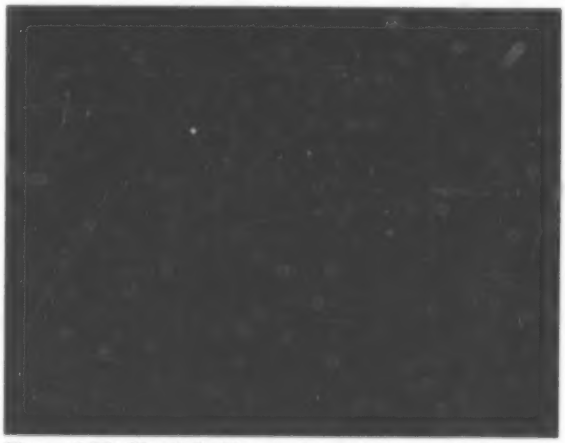


Figure 4-23. Cicadelle blanche à un stade nymphal avancé; noter les ébauches alaires.

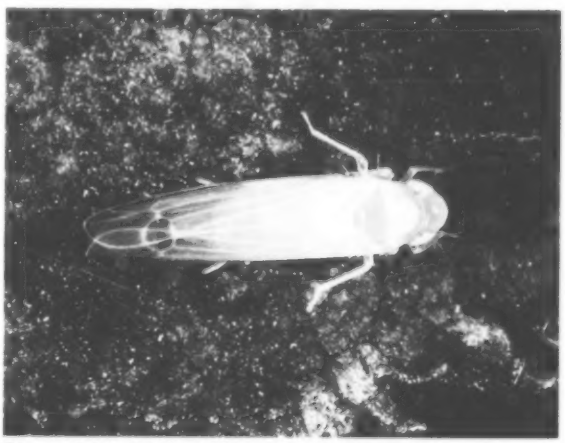


Figure 4-24. Adulte de la cicadelle blanche *(Art Agnello, Ph.D., Cornell University).*

Cycle biologique

La cicadelle blanche du pommier hiverne sous la forme d'œufs oblongs d'environ 1 mm de longueur, insérés sous l'écorce, qui provoquent l'apparition de cloques sur les rameaux. Le plus souvent, on trouve ces œufs sur des arbres de deux ans d'âge, mais on en découvre également sur du bois de trois à cinq ans. Les œufs commencent à éclore avant la floraison, le processus se poursuivant jusqu'à la fin du stade calice. Après avoir émergé de leur coquille, les nymphes migrent vers le feuillage et complètent leur développement sur la face inférieure d'une seule feuille ou d'un groupe de feuilles. Elles se déplacent rarement sur la face supérieure des feuilles. On trouve les nymphes de la première génération à l'intérieur du feuillage, à proximité du tronc principal ou de grosses branches de l'arbre et occasionnellement sur des pousses terminales en croissance active. Les nymphes deviennent adultes au début de l'été. L'accouplement survient généralement tôt le matin. La ponte suit environ quatorze jours plus tard. Les œufs sont déposés sur les pétioles, les nervures médianes et les grandes nervures secondaires de la face inférieure des feuilles. La période de ponte dure environ trois semaines, chaque femelle pouvant produire de 50 à 60 œufs. La durée de vie globale des adultes de la première génération est de cinq ou six semaines. Les nymphes de la deuxième génération voient le jour au début août et les adultes séjournent dans les arbres entre le milieu et la fin d'août jusqu'à la première gelée meurtrière. La deuxième génération est moins synchronisée dans son développement et plus difficile à maîtriser. En Ontario, on compte deux générations de cicadelles blanches par année.

Dommages

Les dommages causés par la cicadelle blanche du pommier sont de deux ordres, soit les mouchetures des feuilles et la tacheture des fruits. Pour se nourrir, les nymphes et les adultes de la cicadelle du pommier enfoncent leurs pièces buccales dans le tissu foliaire et en extraient le contenu. Ces prélèvements laissent des marques blanchâtres ou vert pâle aux endroits où les cellules des feuilles sont détruites (figure 4-25). La surface photosynthétisante des feuilles s'en trouve ainsi réduite, ce qui a des effets sur le calibre, la couleur et le degré de maturité des fruits, en plus de fragiliser l'arbre en hiver. Les dommages infligés aux feuilles semblent plus importants au cours de la première génération de cicadelles, soit en juin et juillet.

Figure 4-25. Mouchetures sévères des feuilles par la cicadelle blanche.

Les déjections des cicadelles blanches qui se nourrissent des feuilles du pommier tombent et sèchent sur les fruits, où elles laissent des taches brun foncé (figure 4-26). Ces taches rendent les fruits impropres au marché du frais, surtout s'ils ont la peau claire. Les taches se font plus nombreuses à la deuxième génération de cicadelles, qui commence en août. On parvient normalement à enlever les déjections séchées (avec une brosse et de l'eau) au moment du conditionnement. Les taches laissées par les déjections de la cicadelle blanche peuvent être confondues avec une maladie fongique appelée moucheture du pommier, qui se manifeste à la fin de l'été. Contrairement aux souillures laissées par la cicadelle blanche, les mouchetures sont de couleur gris anthracite ou noire et ne disparaissent pas au lavage. En outre, les mouchetures sont généralement disposées en cercle et également distancées, tandis que les taches laissées par les déjections de la cicadelle sont disposées de manière aléatoire sur toute la surface du fruit.

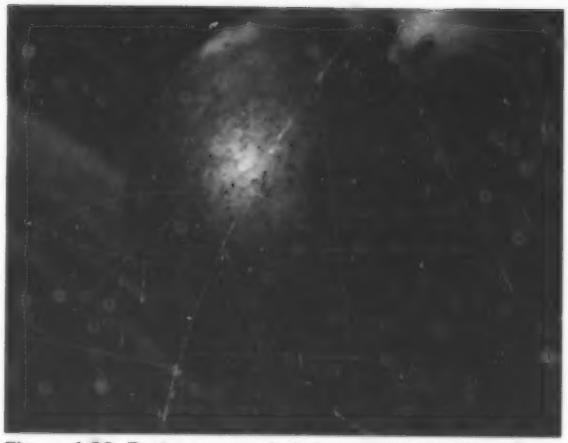


Figure 4-26. Taches sur un fruit à maturité causées par les déjections de la cicadelle blanche.

Dans les vergers fortement infestés, les hordes de cicadelles constituent une sérieuse nuisance pour les travailleurs qui s'affairent à l'émondage des arbres et à la cueillette des fruits. Lorsqu'elles sont dérangées, les cicadelles s'envolent en masse dans toutes les directions et peuvent venir frapper les ouvriers au niveau des yeux, du nez, des oreilles et même de la bouche. Ces irruptions soudaines d'insectes volants, en plus de ralentir le travail, présentent un réel danger pour les ouvriers qui manœuvrent des machines agricoles ou cueillent des fruits dans les échelles.

La cicadelle et d'autres insectes suceurs peuvent transmettre des maladies, dont la brûlure bactérienne, d'un arbre à l'autre, mais on ne connait pas encore précisément le rôle de la cicadelle dans la transmission de la brûlure bactérienne.

Surveillance et seuil d'intervention

Examiner la face inférieure de 5 feuilles prélevées sur chacun sur 20 pommiers pris au hasard dans un bloc de vergers (pour un total de 100 feuilles). Choisir des feuilles plutôt vieilles, prélevées près du tronc, pour dénombrer les insectes de première génération. Les nymphes de la deuxième génération se trouveront sur des feuilles recueillies à une longueur de bras à l'intérieur du feuillage de l'arbre, à la moitié environ du rayon de celui-ci. Examiner les feuilles sur place. Scruter soigneusement la face inférieure des feuilles à la recherche de nymphes (comme celles-ci sont difficiles à voir, il est recommandé d'utiliser une loupe).

Commencer la surveillance de la première génération de nymphes à la fin de la floraison ou au stade du calice et poursuivre pendant plusieurs semaines. Les nymphes de deuxième génération sont plus difficiles à repérer et à suivre en raison de la pousse des feuilles qui les camouflent et d'une longue période de ponte, qui va de la fin juillet jusque tard en août. Il n'est pas rare d'ailleurs d'apercevoir, sur les feuilles et les pousses terminales des branches, les mues blanches laissées par les nymphes.

Une faible présence de cicadelles n'a rien d'inquiétant sur le plan économique. Un traitement insecticide n'est justifié qu'à partir du moment où l'on compte en moyenne de 2 à 5 nymphes par feuille sur 100 feuilles.

Lutte

Il existe quelques prédateurs ou parasitoïdes qui s'attaquent à la cicadelle blanche, mais aucun ne permet une lutte biologique efficace. On aperçoit quelquefois la punaise de la molène se nourrissant de nymphes de cicadelle.

Les insecticides sont plus efficaces au début du stade nymphal de la première génération de cicadelles. On peut souvent se passer des insecticides à la deuxième génération. Lorsque les populations de cicadelles en fin de saison dépassent les seuils tolérables, il peut être difficile de déterminer le bon moment d'intervenir en raison de la longue période de ponte.

La cicadelle blanche du pommier est résistante aux insecticides à base d'organophosphorés. Pour connaître les produits recommandés, consulter la publication 360F du MAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Cicadelle de la pomme de terre

La cicadelle de la pomme de terre, *Empoasca fabae* (Harris), s'accommode d'une gamme d'hôtes beaucoup plus large que la cicadelle blanche. Elle peut s'attaquer aux pommiers, aux vignes, aux fraisiers, aux plants de pommes de terre, à plusieurs autres cultures légumières, aux haricots, à la luzerne et à environ 200 autres espèces de plantes. Sa salive, toxique, provoque dans les vergers des dommages plus importants que partout ailleurs.

Description

Les jeunes nymphes, de couleur jaune-vert (figure 4-27), se déplacent rapidement sur le revers des feuilles. En vieillissant, elles développent des ébauches d'ailes qui les distinguent des adultes, lesquels sont dotés d'ailes complètes. Les nymphes ont une curieuse aptitude, soit celle de se déplacer de côté (en plus de reculer). Dès la première menace, elles se réfugient sous les feuilles. Les insectes adultes sont vert pâle, cunéiformes et mesurent environ 3 mm de longueur (figure 4-28). Ils possèdent des pièces buccales adaptées à la succion et peuvent marcher, sauter et voler. Leur structure corporelle ressemble à celle de la sauterelle, avec des pattes arrière bien développées et des ailes qui se replient sur le dos en imitant la forme d'une tente.

Figure 4-27. Nymphe de cicadelle de la pomme de terre ***(NRAES-75, Mid Atlantic Orchard Monitoring Guide, publié par Henry Hogmire).***

Figure 4-28. Cicadelle de la pomme de terre adulte.

Cycle biologique

La cicadelle de la pomme de terre ne survit pas à l'hiver en Ontario. Chaque printemps, des adultes en provenance des États américains voisins du golfe du Mexique sont portés par le vent et arrivent en Ontario après avoir survolé les Grands Lacs. Les premiers apparaissent dès la mi-mai et la migration se poursuit pendant une bonne partie du mois de juin. On les remarque d'abord dans les vergers de pommiers au début ou au milieu de juin, généralement après la première récolte de foin dans la région. La disparition de leur première source de nourriture (la luzerne) incite les cicadelles à rechercher des hôtes intermédiaires dans les environs, notamment dans les vergers de pommiers. Les adultes s'accouplent et les femelles pondent ensuite deux ou trois œufs par jour tout au long de leur vie. Les œufs sont déposés sur des feuilles ou des pédoncules, dans la partie supérieure de la frondaison, et éclosent une dizaine de jours plus tard. Les nymphes mettent environ vingt-cinq jours à passer par les cinq stades nymphaux, progressivement plus gros les uns que les autres. Seules les nymphes des trois derniers stades nymphaux ont des ébauches alaires visibles qui deviendront des ailes véritables au stade adulte. En passant d'un stade nymphal à l'autre, les nymphes abandonnent derrière elles leur ancienne peau, de couleur blanche. De trois à quatre générations se succèdent chaque année et restent en activité jusqu'à ce que la première gelée meurtrière les tue. Lors des périodes de temps chaud et sec en été, les populations de cicadelles peuvent exploser, justifiant dans certains cas le recours aux insecticides.

Dommages

Les adultes et les nymphes se nourrissent de la sève des feuilles. Pendant qu'ils s'alimentent, ils injectent dans les tissus une toxine qui gêne l'écoulement de la sève dans le système vasculaire de l'arbre. Ce faisant, ils affaiblissent l'arbre et obstruent son système vasculaire, ce qui empêche le mouvement normal de l'eau et des nutriments dans la zone affectée. Les feuilles touchées deviennent vert pâle et leur pourtour s'enroule vers le bas (figure 4-29). Le pourtour des feuilles brunit ensuite et devient cassant. On parle de « brûlure de la cicadelle » pour désigner ces

lésions. Celles-ci s'apparentent à celles que causent les pucerons (figure 4-30), à la différence que s'il faut des douzaines de pucerons sur une feuille pour que ses bords s'enroulent, il suffit de deux ou trois cicadelles de la pomme de terre pour produire le même effet. Certaines recherches donnent à penser que la cicadelle de la pomme de terre joue un rôle dans la transmission de la brûlure bactérienne au sein des vergers.

Figure 4-29. Enroulement des feuilles sur une pousse terminale.

Figure 4-30. « Brûlure de la cicadelle » sur le pourtour des feuilles.

La cicadelle de la pomme de terre est plus souvent repérée dans les pépinières de pommiers et dans les blocs de vergers non productifs, notamment parce qu'elle préfère les feuilles jeunes, à la pousse vigoureuse. Mais plus important encore, il y a le fait que les plantations non productives font l'objet de pulvérisations moins fréquentes, ce qui permet à la cicadelle de survivre plus facilement.

Surveillance et seuil d'intervention

Dès le début juin, on profitera des tournées hebdomadaires de surveillance pour relever d'éventuels dommages causés par la cicadelle de la pomme de terre, comme des feuilles enroulées ou des pousses qui ne se développent pas comme elles le devraient. En retournant les feuilles, on pourra y découvrir des nymphes ou des adultes.

On peut évaluer approximativement le niveau d'infestation en se déplaçant dans le verger : les cicadelles s'envolent dès qu'elles sont dérangées. Les feuilles doivent être retournées délicatement lorsqu'on les examine, de manière à ne pas effrayer les insectes et à pouvoir les compter.

Aucun seuil d'intervention n'est établi pour la cicadelle de la pomme de terre en Ontario. On sait, d'après des observations réalisées sur d'autres cultures, que les prélèvements effectués par cet insecte, même en petit nombre, peuvent diminuer le taux de photosynthèse du feuillage et affecter le volume et la qualité de la récolte, et ce, avant même qu'apparaissent des indices révélateurs sur les feuilles. Sur un pommier, la présence d'une ou de deux nymphes par feuille peut provoquer l'enroulement de la feuille si on laisse les nymphes agir pendant une période de temps assez longue (quatre à sept jours).

L'emploi d'insecticides – notamment dans les pépinières et les blocs non productifs – est recommandé dès le premier signe d'infestation.

Lutte

Il n'existe pas de parasitoïdes ni de prédateurs naturels pouvant contribuer à la lutte biologique contre cet insecte. Comme première précaution, on évitera autant que possible de planter de la luzerne ou de cultiver du foin à proximité des vergers.

Pour obtenir la liste des produits recommandés, voir la publication 360F du MAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Mineuse marbrée

La mineuse marbrée, *Phyllonorycter blancardella* (Fabr.), est un insecte ravageur qui infeste le feuillage des pommiers partout en Amérique du Nord. La larve creuse des galeries entre les couches composant le tissu foliaire, réduisant ainsi la surface photosynthétisante de la feuille. Une infestation grave par la mineuse marbrée réduit le calibre des fruits, ralentit la croissance végétative et/ou provoque la chute prématurée des fruits. Cet insecte s'attaque principalement aux pommiers, mais on le voit aussi sur des pommetiers.

Originaire d'Europe, la mineuse marbrée a été introduite en Amérique du Nord dans les années 1930. Les populations de mineuses dans les vergers commerciaux ont explosé dans les années 1970 et 1980 après que l'insecte eut développé une résistance aux insecticides organophosphorés, aux pyréthrinoïdes et aux méthomyls (Lannate). La mineuse marbrée est alors devenue un important ravageur indirect des pommiers en Ontario. Toutefois, la mise en œuvre des méthodes de lutte intégrée (mettant à profit des insecticides moins nocifs pour les organismes utiles), l'existence de conditions météorologiques défavorables aux mineuses (printemps frais et pluvieux) et l'homologation de nouveaux pesticides à risque réduit appartenant à divers groupes chimiques ont contribué à faire reculer sensiblement les populations de mineuses marbrées dans les vergers ontariens.

Description

Les œufs de la mineuse marbrée sont transparents, ronds et plats, de couleur jaune-vert et d'un diamètre d'environ 0,35 mm (figure 431). Ils sont pondus un à un et posés au hasard sur la face inférieure des feuilles, ce qui complique leur détection, même avec une loupe. L'emploi d'un microscope facilite grandement la tâche.

Figure 4-31. Œufs de la mineuse marbrée.

L'insecte passe par cinq stades larvaires et les larves adoptent deux formes distinctes pendant leur développement. Les larves des premier à troisième stades larvaires se nourrissent de sève. Ces dernières varient du blanc au jaune, ont une capsule céphalique aplatie et un corps cunéiforme dont la longueur peut atteindre de 1 à 2 mm (figure 4-32). Les larves des quatrième et cinquième stades larvaires se nourrissent de tissus. Elles sont de forme plus cylindrique et ont une tête plutôt ovale (figure 4-33). Elles mesurent à maturité 3,9 mm de longueur. Les pupes, de couleur brune, s'amincissent vers l'arrière; elles mesurent environ 3,3 mm de longueur (figure 4-34).

Figure 4-32. Larve de la mineuse marbrée se nourrissant de sève.

Figure 4-33. Larve de la mineuse marbrée se nourrissant de tissus.

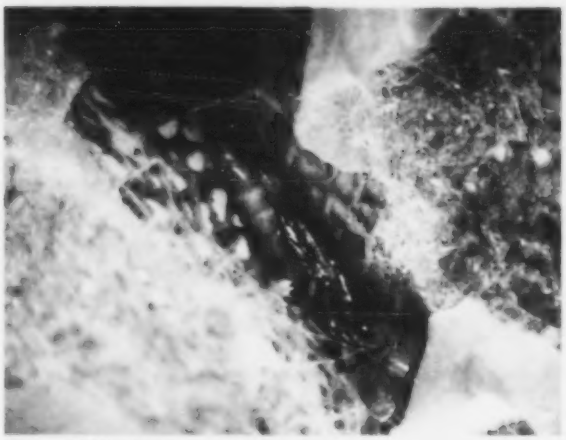


Figure 4-34. Pupe.

La mineuse marbrée adulte est un petit papillon nocturne mesurant de 4 à 5 mm de longueur et dont l'envergure des ailes atteint de 7 à 8 mm (figure 4-35). Des motifs blancs, noirs et or décorent ses ailes et renvoient des reflets irisées sous le soleil. Les papillons adultes se reposent sur la face inférieure des feuilles le jour et s'activent la nuit.

Figure 4-35. Mineuse marbrée adulte
(Art Agnello, Ph.D., Cornell University).

Cycle biologique

Trois générations de mineuses marbrées se succèdent chaque année. L'insecte hiverne à l'état de pupe dans les feuilles tombées au sol. Les papillons adultes commencent à émerger au moment de l'éclosion des premiers bourgeons, fin avril, et continuent leur sortie tout au long du mois de mai. Le point culminant des sorties de la mineuse survient entre les stades du bouton rose avancé et de la pleine floraison. L'insecte choisit une journée douce et calme pour s'envoler et venir se poser sur les branches charpentières basses du pommier. Au sol, l'insecte est très discret, mais il suffit de marcher dans un verger à la fin avril pour assister souvent à l'envol d'une horde de mineuses qui surgissent du sol dès qu'on les approche.

L'accouplement survient peu après la migration des insectes dans les arbres. Les mineuses pondent leurs œufs sur la face inférieure des feuilles des dards en train de s'épanouir sur les branches charpentières basses. Les œufs sont pondus un à un sur le revers des feuilles, généralement le soir. Les femelles pondent jusqu'à 152 œufs au cours de leur vie. La ponte est interrompue si la température s'abaisse à moins de 9 °C. Les œufs de première génération éclosent en deux ou trois semaines, selon la température.

Les larves nouvellement écloses se nourrissent de sève. Elles s'introduisent à l'intérieur de la feuille où elles se sont posées et commencent à se nourrir en aspirant la sève circulant dans le mésophylle. Leurs galeries ont alors l'aspect d'une ligne vert pâle visible sur la face inférieure de la feuille (un microscope permet de mieux les distinguer). Parvenues à la fin du quatrième stade larvaire, les larves commencent à s'attaquer aux cellules épidermiques et parenchymenteuses de la feuille (les tissus foliaires). Elles découpent des morceaux d'épiderme de la face supérieure de la feuille, ce qui donne à celle-ci une allure tachetée. Les larves se nourrissant de tissus sont plus longues que les larves se nourrissant de sève. Les galeries creusées par les premières sont visibles à l'œil nu; en les ouvrant, on découvre des larves jaunâtres et aplaties. Tandis qu'elles se développent, les larves fixent des fils semblables à de la soie sur les parois des galeries qu'elles creusent.

Au cinquième et dernier stade larvaire, la larve se transforme en pupe à l'intérieur de la feuille. Les adultes de la deuxième génération émergent au milieu ou à la fin juin. Les larves de la deuxième génération continuent de percer des galeries dans les feuilles jusqu'à la mi-juillet. La troisième génération est active en août et en septembre. Les pupes issues de cette dernière génération tombent au sol avec les feuilles mortes et y passent l'hiver à l'abri.

Dommages

Les larves se nourrissant de sève coupent la surface des feuilles et se nourrissent de la sève qu'elles contiennent, sans attaquer les tissus. On ne peut les détecter qu'en observant soigneusement le dessous des feuilles (figure 4-36). Aux derniers stades larvaires, les larves ingèrent le tissu interne des feuilles, de sorte que toute la zone ravagée devient vert pâle. Les galeries des larves se nourrissant de tissus sont visibles du dessus des feuilles (figure 4-37). Elles apparaissent comme des zones marbrées et décharnées de 10 à 12 mm de longueur et de 4 à 5 mm de largeur sur la surface de la feuille. Chaque galerie occupe environ 4 % de la surface de la feuille. La tolérance du pommier à l'égard des attaques de la mineuse varie en fonction de la période de l'année, de la santé de l'arbre, du cultivar en cause et des conditions environnementales (sécheresse, par exemple). Des pommiers sains tolèrent des niveaux élevés d'infestations, mais les arbres soumis à un stress résistent beaucoup moins bien. Les pommiers McIntosh sont particulièrement susceptibles de perdre prématurément leurs fruits. Les attaques des mineuses marbrées, combinées à des carences nutritionnelles (notamment en bore et en magnésium), un manque de vigueur de l'arbre, une charge fruitière importante ou une sécheresse, augmentent le risque de chute prématurée des fruits.

Figure 4-36. Galeries laissées par les larves se nourrissant de sève *(Art Agnello, Ph.D., Cornell University).*

Figure 4-37. Galeries laissées par les larves se nourrissant de tissus.

Surveillance et seuil d'intervention

La méthode traditionnelle de surveillance des activités de la mineuse marbrée consiste à disséminer des pièges à phéromones dans les vergers, mais certains consultants ont récemment opté pour une autre méthode, fondée sur la collecte et l'examen d'échantillons de feuilles. Dans le premier cas, on installera à la mi-avril, quatre pièges biconiques à phéromones dans la parcelle visée. La substance phéromonale doit être déposée sur une grille plastique encollée dans le fond des pièges encollés, ceux-ci devant être distancés de 15 à 20 m et placés début avril dans des zones abritées. Attacher les pièges près du tronc, sur les branches les plus basses, de façon qu'elles se trouvent sur la route des papillons lorsqu'ils quitteront le sol et monteront dans l'arbre. Vérifier les pièges deux fois par semaine et changer les grilles quand elles sont pleines. Lorsque tous les insectes auront quitté le sol, changer la mèche imbibée de phéromones et déplacer les pièges sur des branches basses, à environ 1 m du sol. Ces dernières années, les populations de mineuses sont tellement faibles que l'utilisation de pièges est rarement nécessaire. Lorsqu'on utilise des pièges, il faut se rappeler que le nombre d'insectes capturés ne permet pas de prédire la gravité des éventuels dommages. Ces prises indiquent seulement la date de la première émergence et le pic d'activité de chaque génération. Ces données aideront les dépisteurs à prévoir le moment où ils verront apparaître des œufs et des larves dans les vergers. On suivra les divers stades des mineuses (c'est-à-dire œufs et suceurs de sève) une fois par semaine en recueillant des lambourdes ou des feuilles et en comptant le nombre d'œufs et de larves sur les feuilles (utiliser pour ce faire un microscope capable d'un grossissement de 25 à 50 fois). Les cultivars à surveiller prioritairement sont les pommiers McIntosh ou tout autre cultivar implanté en grand nombre dans la parcelle suivie.

Échantillonnage des feuilles

Avant l'éclosion des œufs de la première génération (du stade prébouton rose à celui de bouton rose avancé), prélever sur cinq pommiers, cinq dards par pommier qui seront pris sur les grosses branches les plus basses. Compter et noter le nombre d'œufs présents sur le revers des feuilles et calculer le nombre d'œufs par dard.

Après l'éclosion des œufs de la première génération (autour du stade calice), cueillir 5 feuilles par pommier sur les grosses branches les plus basses de 10 pommiers. À l'aide d'un microscope, compter tous les œufs, toutes les larves se nourrissant de sève et toutes les larves se nourrissant de tissus qui se trouvent sur la face inférieure des feuilles. Calculer le nombre d'œufs et de larves se nourrissant de sève présents par feuille.

Commencer l'échantillonnage pour le suivi des œufs et des larves de la deuxième génération dès que les papillons de la deuxième génération amorcent leur envol, entre le milieu et la fin juin. Recueillir au moins 50 feuilles prélevées sur des dards, soit 5 feuilles par pommier prises sur les branches les plus basses (moins de 1,5 m) de 10 arbres différents. Choisir des feuilles d'âge moyen sur des pousses de croissance ou des pousses terminales. À l'aide d'un microscope, compter et noter tous les œufs et toutes les larves se nourrissant de sève qui se trouvent sur la face inférieure des 50 feuilles. Calculer le nombre total d'œufs et de larves se nourrissant de sève pour l'ensemble des 50 feuilles et établir le nombre d'œufs et de larves se nourrissant de sève présents par feuille.

Nota : Mettre fin au programme d'échantillonnage si les larves se nourrissant de tissus deviennent prédominantes, car les insecticides ne sont alors plus efficaces.

Seuils d'intervention

Tableau 4-2. Seuils d'intervention contre la mineuse marbrée dans les pommiers

Stade de croissance	Génération	Seuil d'intervention
Pré-floraison ou calice	1	3 œufs par dard (avant l'éclosion des œufs) OU 1 galerie par feuille (après l'éclosion des œufs)
Été (juin-juillet)	2	2 galeries par feuille (arbres soumis à un stress) 4 galeries par feuille (arbres sains)
Été (août-septembre)	3	Il est généralement déconseillé de combattre la troisième génération

Comme les insectes utiles jouent un rôle important dans la lutte contre la mineuse marbrée, il convient de procéder au recensement des populations de parasitoïdes à l'œuvre dans les vergers au cours de la saison de végétation. Ces recensements doivent être effectués après que la plupart des larves se nourrissant de tissus se sont transformées en pupes, mais avant que les papillons de mineuses marbrées ne prennent leur envol (généralement au début juin). Recueillir 100 feuilles où les galeries sont visibles (2 feuilles sur 50 arbres). En s'aidant d'un microscope, faire une incision avec un outil tranchant sur le dessus de chacune des galeries pour l'ouvrir. Noter la présence de larves se nourrissant de tissus (saines, malades ou mortes), de pupes de mineuses et de pupes de parasitoïdes. Des biologistes de la Colombie-Britannique affirment qu'un taux de parasitisme de 30 % des larves se nourrissant de tissus de première génération au printemps suffit à assurer une lutte biologique efficace contre ce type de ravageurs pour le reste de la saison.

Lutte

Une intervention contre les infestations n'est justifiée que si les populations de mineuses dépassent les seuils établis. Il n'est généralement pas nécessaire de procéder à des pulvérisations ciblées contre la mineuse marbrée puisque les prédateurs naturels ou les insecticides utilisés contre d'autre ravageurs feront le travail.

Les prédateurs comme l'araignée et le carabe sont très utiles puisqu'ils se nourrissent de pupes ayant survécu à l'hiver sur le sol des vergers. D'autres prédateurs, comme les chrysopes, se nourrissent des larves de mineuses, mais les recherches donnent à penser que les plus importants ennemis naturels des mineuses sont les guêpes parasites. En Ontario, les parasitoïdes *Pholetesor ornigis* et *Sympiesis marylandensis* sont les principaux ennemis naturels de la mineuse marbrée. Dans certains vergers, le niveau de parasitisme par ces deux parasitoïdes peut atteindre 80 %. On trouve des niveaux de parasitisme encore plus élevés dans les vergers où les pomiculteurs mettent en pratique les méthodes de lutte intégrée et réduisent au minimum l'emploi d'insecticides agressifs à large spectre.

Pour un complément d'information sur les ennemis naturels de la mineuse marbrée, voir la rubrique *Insectes utiles*, p. 224.

L'enlèvement des feuilles mortes est une pratique culturale qui permet de réduire les populations de mineuses marbrées dans les vergers. On peut pour ce faire utiliser un souffle-feuilles mécanique – monté sur un tracteur et entraîné par la prise de force – qui déchiquette les feuilles. Le broyage des feuilles ou l'épandage d'urée sur celles-ci (pour accélérer leur décomposition) à la fin de l'automne aura aussi pour effet de réduire le nombre de mineuses survivant à l'hiver. Cette méthode, dont l'efficacité n'est pas scientifiquement prouvée en Ontario, repose sur la théorie voulant que les feuilles (où se cachent les pupes de mineuses) se décomposent plus rapidement lorsqu'elles sont déchiquetées et peuvent donc être tirées plus facilement par les vers de terre dans les galeries souterraines qui leur servent d'abri.

Certains pomiculteurs font une pulvérisation de pyréthrinoïdes avant la floraison pour lutter contre les infestations de mineuses, mais ce produit s'insère mal dans les programmes de lutte intégrée en raison de sa toxicité élevée pour les prédateurs naturels et les parasitoïdes. Les pyréthrinoïdes ont également pour effet de provoquer chez les acariens phytophages une dispersion accrue et une intensification de l'alimentation et de la ponte d'œufs, à l'origine d'infestations.

Ces dernières années, plusieurs produits chimiques à risque réduit – dont les néonicotinoïdes et les régulateurs de croissance des insectes – ont été homologués pour combattre la mineuse; ils sont considérés comme étant moins nocifs pour les insectes utiles. Ces produits doivent être privilégiés par les pomiculteurs qui ont adopté un programme de lutte intégrée. Pour une liste des produits offerts sur le marché pour lutter contre la mineuse marbrée, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières*.

Il n'est pas recommandé de recourir à des produits chimiques pour lutter contre la troisième génération de mineuses, dont les dommages apparaissent généralement dans les vergers en août et en septembre. Ces mesures sont habituellement inutiles puisque la saison est trop avancée pour que les dommages posent problème. En outre, en évitant l'emploi de pesticides contre cette génération, on favorise l'établissement des insectes utiles.

Insectes foreurs

La sésie du cornouiller, *Synanthedon scitula* (Harris), la sésie du pommier, *Synanthedon pyri* (Harris) et *Synathedon myopaeformis* (Borkhausen), une autre sésie d'introduction récente qui s'attaque aux pommiers, sont des papillons à ailes transparentes de la famille des sésiidés. Ces insectes s'attaquent aux troncs des porte-greffes nanifiants aux endroits où des bourrelets de greffage (aussi appelés broussins) se sont formés. Ils provoquent un lent déclin de l'arbre qui se traduit par une réduction des rendements sur une période de plusieurs années après l'infestation.

La saperde du pommier, *Saperda candida* (Fabr.), est un coléoptère à longues antennes de la famille des cérambycidés. L'insecte s'attaque aux jeunes arbres en santé, dont il perce le tronc de trous et qu'il finit souvent par tuer. Autrefois considérée comme un ravageur important des pommiers (avant 1950), la saperde représente rarement de nos jours une menace pour les vergers commerciaux, bien qu'elle cause quelquefois des dommages dans les vergers de l'est ontarien. Elle colonise une large gamme de feuillus, dont le sorbier des oiseaux, l'aubépine, le pommetier à fleurs, le cognassier, le prunier, le cerisier et le pommier.

Sésies

Ces papillons à ailes transparentes sont les insectes foreurs qu'on rencontre le plus souvent dans les vergers commerciaux de l'Ontario.

Description

Les œufs, pondus individuellement sur le tronc de l'arbre, sont difficiles à repérer. Les larves des trois espèces sont de couleur blanc sale. Elles possèdent une tête et un bouclier thoracique de couleur brun rougeâtre (figure 4-38). Les pupes sont petites, de couleur jaune-brun, et apparaissent parfois enfermées dans une logette de nymphose émergeant partiellement des orifices de sortie percés par les insectes adultes dans le tronc de l'arbre ou les broussins qu'ils ont infestés. Les adultes, des papillons aux ailes transparentes comportant une élégante nervation noire, volent le jour et sont souvent confondus avec des guêpes. Les mâles de nombreuses espèces de sésies se laissent souvent prendre dans les pièges à phéromones. Avec un peu de pratique, on arrive heureusement à distinguer sans peine les différentes espèces.

La sésie du cornouiller est l'insecte foreur le plus répandu dans les vergers commerciaux de pommiers. Les adultes sont semblables au perceur et au petit perceur du pêcher, mais en plus petit. Les mâles adultes ont une envergure de 12 à 18 mm, un corps noir rehaussé de minces bandes abdominales jaunes et des pattes jaunes (figure 4-39). Le pointe de l'abdomen ressemble à une touffe arrondie. Les femelles de l'espèce – qu'on observe parfois en train d'« appeler » le mâle pour l'accouplement – ressemblent

aux mâles, mais ont des bandes abdominales plus marquées (figure 4-40). La sésie du pommier est très semblable à la sésie du cornouiller, mais elle possède une touffe anale cunéiforme et une marque orangée distincte sur les ailes.

La sésie *Synathedon myopaeformis* (des deux sexes) a un corps noir élancé et une bande orangée brillante en travers de l'abdomen (figure 4-41). Les ailes, transparentes avec un bordure noire, peuvent avoir une envergure de 20 à 25 mm.

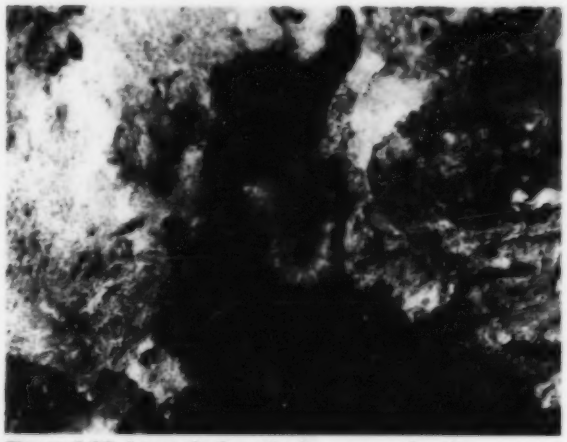


Figure 4-38. Larve de *Synathedon myopaeformis*.

Figure 4-39. Mâle de la sésie du cornouiller dans un piège à phéromones.

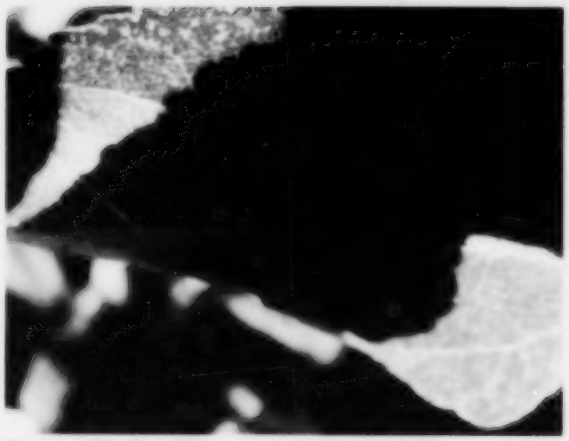


Figure 4-40. Femelle de la sésie du cornouiller.

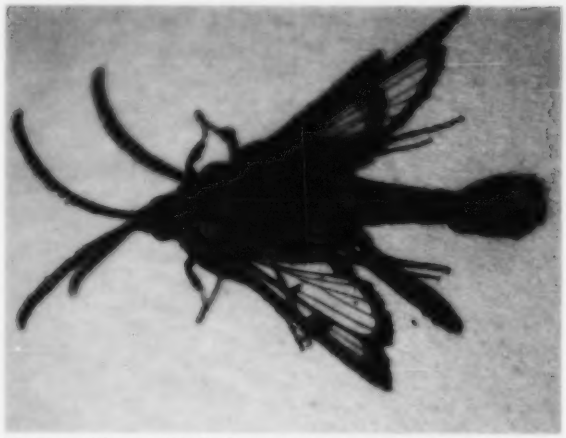


Figure 4-41. Adulte de *Synathedon myopaeformis*.

Cycle biologique

Les insectes foreurs hivernent à l'état de larves dans des gîtes d'hiver (*hibernacula*) aménagés dans les galeries d'alimentation que les larves creusent sous l'écorce. La pupaison survient au printemps. Pour les trois espèces, l'émergence (ou envol) s'étale souvent sur plusieurs mois.

La sésie du cornouiller et la sésie du pommier commencent leurs envols en juin, les départs se succédant tout au long du mois d'août jusqu'au début septembre. Le pic des envols survient généralement en juillet. Les deux espèces accomplissent une seule génération par année en Ontario. On sait peu de choses sur le cycle biologique de *Synathedon myopaeformis* en Amérique du Nord. En Europe, le

cheminement vers l'âge adulte peut prendre de un à deux ans, selon les conditions ambiantes. Les données recueillies en Ontario en 2007 et 2008 indiquent que l'insecte adulte connaît une seule période d'envol, qui commence à la fin mai ou au début juin, les départs atteignant un sommet entre le milieu et la fin de juillet et cessant brutalement ensuite. Son introduction en Ontario est récente et sa dispersion très limitée.

Les papillons de la sésie sont surtout actifs à l'aube et à la tombée de la nuit. Les femelles pondent leurs œufs à la surface des broussins, des cicatrices d'émondage et des blessures de l'écorce. Une fois sorties de leur coquille, les minuscules larves percent des trous dans les tissus voisins et creusent des galeries peu profondes, irrégulières et sinueuses. À mesure qu'elles progressent, elles rejettent derrière elles des excréments brun rougeâtre retenus par des fils de soie, qui s'accumulent à l'entrée de la galerie. Les sésies qui s'attaquent aux pommiers s'attaquent également à bien d'autres cibles, dont le poirier, le chêne, le cornouiller, le prunier, l'abricotier, le pêcher, le cerisier, le cognassier, l'aubépine, le saule, le bouleau et d'autres feuillus.

Dommages

Les trois espèces susmentionnées percent des trous dans les broussins ou les racines adventives de l'arbre, juste sous le point de greffe. Les broussins sont le résultat d'excroissances partielles qui se forment juste sous le point de greffe, sur certains porte-greffes nanifiants ou semi-nanifiants. Les porte-greffes particulièrement susceptibles de développer des broussins – et de voir ceux-ci attaqués par des insectes foreurs – sont les cultivars M.9, M.26 et Mark. Les ravageurs visent d'abord la surface extérieure du broussin (composée de tissus morts), avant de s'enfoncer dans le cambium. Les larves de *Synathedon myopaeformis* creusent des galeries sous l'écorce partout où elles trouvent des tissus endommagés, y compris dans les branches. Les infestations sont localisées sous le point de greffe et les broussins, ou autour des chancres, au-dessus des points de greffe.

Les larves des insectes foreurs minent lentement la santé de l'arbre et entraînent une baisse des rendements par les anneaux qu'ils creusent dans le cambium de l'arbre et qui étrangient celui-ci. Les arbres deviennent plus vulnérables à d'autres insectes et peuvent mourir prématurément. Dans un arbre d'un certain âge, le détachement de plaques d'écorce, le dessèchement des branches du houppier et un déclin général sont autant de symptômes d'infestation.

La présence d'excréments brun rougeâtre et de logettes de nymphose à la surface des broussins est un signe certain de l'activité d'insectes foreurs sous l'écorce (figure 4-42). On pourra s'en assurer en coupant les couches supérieures de l'écorce : la couleur du cambium sera altérée aux endroits où les larves se sont nourries.

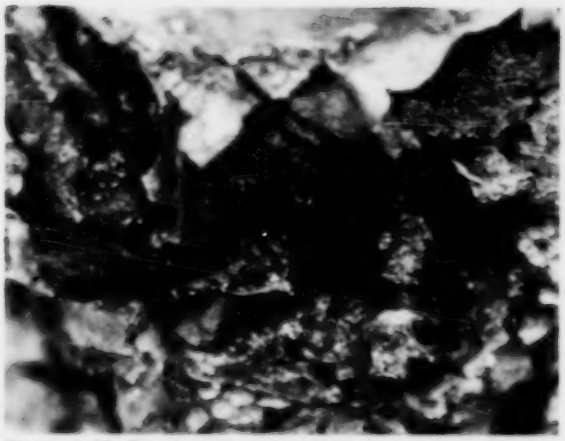


Figure 4-42. Excréments et logettes de nymphose, signes évidents de la présence de larves d'insectes foreurs.

Surveillance et seuil d'intervention

On peut voir les papillons des sésies se reposer sur les feuilles les belles journées d'été. Les signes d'une infestation larvaire sont la présence d'orifices de 2 à 3 mm de diamètre à la base des arbres et de galeries sous l'écorce ou dans les broussins, de même que d'excréments brun rougeâtre et de logettes de nymphose aux points de sortie de ces galeries.

Il est recommandé de poser des pièges à phéromones dans les vergers ayant connu des infestations d'insectes foreurs dans les années passées. Il existe plusieurs fabricants de ces pièges. Les pièges commerciaux sont conçus pour attirer les mâles d'une espèce donnée, mais ils attirent aussi souvent d'autres espèces de papillons à ailes transparentes,

d'où l'importance de pouvoir identifier les différentes espèces pour une gestion efficace des infestations.

Utiliser des pièges à phéromones pour surveiller l'activité des adultes. Les pièges doivent être suspendus dans le verger avant le début du premier envol. Pour la sésie du cornouiller et la sésie du pommier, poser les pièges à la mi-juin; pour *Synathedon myopaeformis*, les pièges doivent être installés dès la mi-mai. Il est recommandé d'utiliser quatre pièges dans chaque parcelle surveillée et de les fixer sur des branches charpentières basses. Laisser au moins 50 m entre les pièges et vérifier deux fois par semaine. Noter le nombre d'adultes capturés et le porter sur un graphique, de manière à faire ressortir les pics d'envols. Cette information sera importante pour établir le calendrier des pulvérisations d'insecticides.

Lutte

La meilleure façon de réduire les ravages des insectes foreurs dans les pommiers est de restreindre la formation de broussins. Autant que possible, choisir des porte-greffes peu enclins à produire des broussins et qui attireront donc moins la sésie du cornouiller et la sésie du pommier. Certains produits agricoles, comme l'acide alpha-naphtalène acétique (utilisé comme éclaircissant) favorisent le développement des broussins. On peut entraver la ponte d'œufs par *Synathedon myopaeformis* et la saperde du pommier au moyen de diverses pratiques culturales.

Si le point de greffe des arbres est près du sol et que la sésie du cornouiller menace, butter la terre autour des troncs de manière à couvrir la greffe et à gêner ainsi l'activité des insectes. Il faut toutefois éviter de remonter la terre trop haut sur le tronc, ce qui pourrait provoquer le phénomène d'affranchissement du greffon. Il faut aussi s'assurer que la butte de terre est assez large pour prévenir les blessures par gel du porte-greffe enterré. Garder la base des arbres exempte de mauvaises herbes et éviter d'installer du paillis autour du tronc, l'ombre et une humidité élevée favorisant la formation de broussins.

Utiliser des treillis métalliques plutôt qu'un matériau plein pour protéger les arbres des souris. Les insectes foreurs aiment bien s'abriter dans des zones ombragées. Les gaines de matériau plein gênent la circulation de l'air et empêchent l'écorce de s'endurcir, ce qui rend l'arbre plus vulnérable aux blessures par l'hiver et procure aux insectes des sites de choix pour la ponte de leurs œufs.

Appliquer – au pinceau et non au pistolet pulvérisateur – une couche de latex blanc non dilué (pour l'extérieur) sur le tronc, de manière à repousser les femelles prêtes à pondre. Reprendre l'exercice annuellement. La peinture, si elle est assez épaisse, pourra étouffer les insectes déjà présents dans le bois.

Il pourra être nécessaire d'enlever les hôtes sauvages à proximité de vergers établis si les insectes foreurs s'y sont installés en masse. Couper et brûler les arbres sérieusement affaiblis ou tués par des infestations d'insectes foreurs, de manière à éliminer les populations nuisibles encore présentes dans ces arbres.

Une autre façon de lutter contre les insectes foreurs consiste à introduire un petit fil métallique dans les orifices de sortie des larves pour les détruire. C'est toutefois un processus fastidieux qu'il faudra répéter d'année en année dans les parcelles infestées.

Les ennemis naturels des insectes foreurs du pommier comprennent le pic-bois et la sitelle torchepot. On peut faciliter le travail des oiseaux en coupant les mauvaises herbes autour des troncs d'arbre. Les oiseaux ne procurent toutefois pas une maîtrise suffisante sur le plan économique.

Les larves d'insectes foreurs colonisent des zones bien protégées des arbres et sont donc difficiles à déloger au moyen d'insecticides. Le recours à des pièges à phéromones pourra permettre de mieux programmer les pulvérisations d'insecticides contre les papillons à ailes transparentes. On consultera la publication 360F du MAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières*, pour obtenir toute l'information utile sur les produits, les concentrations et les périodes de pulvérisation préconisés.

Saperde du pommier

Cet insecte foreur à tête ronde est surtout présent dans les vergers mal entretenus et sur les pommiers cultivés à l'arrière des propriétés privées.

Description

La saperde à tête ronde (*Saperda candida*) est de couleur brun olive pâle et porte sur le dos deux bandes blanches bien marquées qui font toute la longueur du corps (figure 4-43). L'insecte adulte mesure plus de 2 cm de longueur, avec des antennes qui sont presque aussi longues que le corps. Les larves sont de couleur blanc jaunâtre, elles ont environ 2,5 cm de longueur et possèdent une tête brun foncé et des mandibules noires.

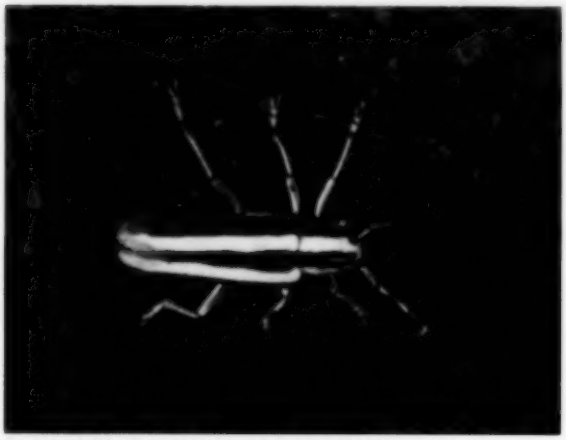


Figure 4-43. Saperde du pommier adulte.

Cycle biologique

Les hôtes de la saperde comprennent de nombreuses essences de feuillus, dont le sorbier, l'aubépine, le pommetier à fleurs poussant à l'état sauvage, le cognassier, le prunier, le cerisier et le pommier. Les adultes ont des mœurs nocturnes et se nourrissent de feuilles et quelquefois de fruits, mais ne présentent pas une menace importante sur le plan économique. L'insecte est actif du début mai jusqu'en septembre. Les femelles déposent leurs œufs sous l'écorce et dans de petites cavités du tronc de l'arbre, près du sol. La ponte connaît un sommet en juin.

Lorsqu'elles sortent de leur coquille, les larves forent un trou dans l'arbre et commencent à se nourrir du cambium. En grandissant, elles peuvent également s'attaquer au bois du cœur. Une seule larve peut tuer un jeune arbre. Il faut de deux à trois ans pour que la larve se transforme en pupe, puis émerge de son cocon pour devenir adulte.

Dommages

Contrairement à d'autres coléoptères longicornes (cérambyx), la saperde à tête ronde s'attaque à des arbres sains, bien en vie. Les larves (asticots) se nourrissent du cambium et du bois de cœur près de la base de l'arbre en forant des trous dans les branches et le tronc. La présence de larves est attestée par les déjections rejetées hors de la galerie et qui s'accumulent sur le sol, sous l'entrée de la galerie. Les larves dénudent d'écorce des anneaux ceinturant le tronc des arbres, ce qui affaiblit sérieusement les arbres quand ils sont jeunes et peut même les faire mourir. Les parcelles d'arbres jeunes non productifs sont particulièrement vulnérables.

Surveillance et seuils d'intervention

Examiner soigneusement le pied des arbres à la recherche de sciure de bois et d'autres signes indiquant qu'un insecte se nourrit du bois de cœur. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé pour la saperde du pommier.

Lutte

Aucun produit chimique n'a été homologué spécifiquement pour la saperde du pommier, mais diverses pratiques culturales utilisées contre les sésies permettront de réduire les infestations par la saperde.

Chenilles défoliatrices du printemps

Les chenilles défoliatrices du printemps comprennent plusieurs espèces de lépidoptères (famille de papillons nocturnes), dont les enrouleuses, les pyrales, les chenilles arpenteuses, les tordeuses et les livrées. En général, ces chenilles sont actives tôt dans la saison, depuis le stade du débourrement avancé jusqu'à la mi-juin.

Enrouleuses et tordeuses

Plusieurs espèces d'enrouleuses et de tordeuses comprises dans la famille de papillons nocturnes appelée *Tortricidae* s'attaquent aux pommiers, notamment la tordeuse à bandes rouges, *Argyrotaenia*

velutinana (Walker), l'enrouleuse panachée, *Platynota flavedana* (Clemens), la tordeuse du pommier, *Archips argyrospila* (Walker), et la tordeuse à bandes obliques, *Choristaneura rosaceana* (Harris). L'espèce la plus nuisible aujourd'hui en Ontario est la tordeuse à bandes obliques (figure 4-44). En développant une résistance aux composés organophosphorés, la tordeuse à bandes obliques est passée du statut de ravageur secondaire à celui de ravageur important des pommiers. On a aussi remarqué des résistances croisées aux pyréthrinoïdes et à certains régulateurs de croissance des insectes au sein de diverses populations de tordeuses à bandes obliques. Les autres espèces d'enrouleuses et de tordeuses ne sont pas vraiment problématiques en Ontario, mais elles peuvent le devenir dans les vergers où l'on met en œuvre un programme de pulvérisation de pesticides à risque réduit et dans les cas où l'on applique la technique de la confusion des mâles pour d'autres espèces.

Figure 4-44. Larve de la tordeuse à bandes obliques.

Description

Pour une description de la tordeuse à bandes obliques, voir p. 114.

Cycle biologique

La plupart des espèces d'enrouleuses et de tordeuses hivernent à l'état de larves réfugiées dans un *hibernaculum* (gîte d'hivernation), ou de pupes, sauf la tordeuse du pommier qui hiverne au stade d'œuf. La plupart des espèces produisent deux générations par année. Les papillons nocturnes femelles déposent leurs œufs sur la face supérieure des feuilles, en amas aplatis et chevauchants de 20 à 200 œufs de couleur jaune pâle à brunâtre. Les larves deviennent actives dès que des tissus verts apparaissent sur l'arbre au printemps et se nourrissent en s'attaquant aux feuilles en voie de développement et aux bourgeons. À mesure que les feuilles grandissent, les larves s'affairent à recouvrir d'une toile et à enrouler les feuilles d'extrémité et s'y réfugient lorsqu'elles ne se nourrissent pas. La défoliation, si elle est sévère, peut réduire l'activité photosynthétique de l'arbre. Dans les pépinières et les vergers nouvellement plantés, les larves d'enrouleuses et de tordeuses deviennent rapidement un grave problème si on ne prend pas des mesures efficaces pour juguler l'infestation (figure 4-45). Certaines espèces se suspendent à des fils de soie et se laissent porter par la première brise vers d'autres arbres. Les infestations sont souvent plus graves à la périphérie des vergers et près des boisés.

Figure 4-45. Dommages causés par une enrouleuse ou tordeuse à un jeune pommier.

Dommages

Les enrouleuses et tordeuses consomment indifféremment les feuilles de nombreuses espèces d'arbres fruitiers et d'arbres d'ombrage. Elles se nourrissent également de fleurs et d'amorces de fruit. Une activité alimentaire en début de saison entraîne la formation de grandes cicatrices et échancrures liégeuses sur le fruit (figures 4-46 et 4-47), lequel tombe souvent prématurément de l'arbre. Les attaques subies par les pommes en été entraînent leur déclassement comme pommes à jus (figure 4-48).

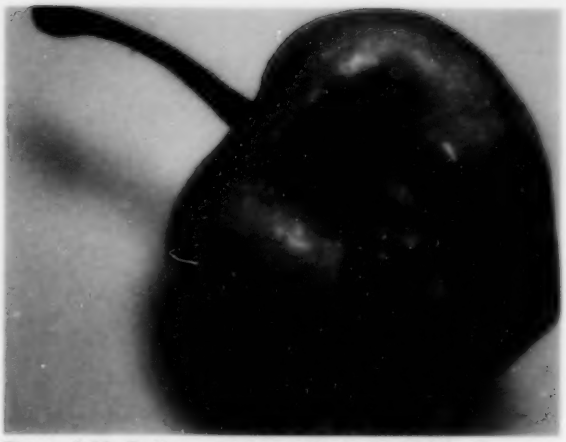


Figure 4-46. Fruit avorté à la suite de l'activité alimentaire d'une chenille en début de saison.

Figure 4-47. Déformation résultant d'une blessure précoce.

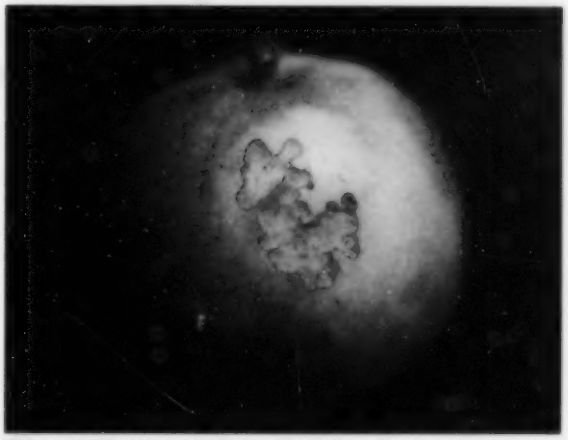


Figure 4-48. Lésion infligée au fruit en fin de saison.

Surveillance et seuils d'intervention

Les chenilles défoliatrices du printemps se nourrissent des feuilles d'une large gamme d'arbres et d'arbustes à feuilles caduques, ainsi que de plantes herbacées et de ronces. On les rencontre le plus souvent sur les pommiers situés à la périphérie des vergers, près d'autres hôtes éventuels. Toutefois, comme plusieurs espèces profitent des vents pour s'enfoncer plus profondément à l'intérieur des vergers, il est important d'étendre la surveillance à l'ensemble de la plantation.

Au début du printemps, il est difficile de repérer les minuscules larves enfouies dans les bourgeons et les pousses terminales en voie de développement à moins de déchirer le tissu végétal et d'examiner l'intérieur des bourgeons et des feuilles avec une loupe offrant un grossissement de 10 à 16 fois.

Durant la période qui s'étend du stade prébouton rose au stade calice, vérifier 5 pousses terminales et 5 boutons (bourgeons fructifères) de chacun de 10 pommiers (soit 50 boutons et 50 pousses en tout) à la recherche de signes de l'activité alimentaire des chenilles. Il est généralement recommandé d'intervenir dès qu'on détecte la présence de 12 à 15 larves sur un total de 100 boutons et pousses terminales inspectés (voir p. 117 les seuils d'intervention recommandés dans le cas d'infestations par la tordeuse à bandes obliques).

Lutte

Les chenilles défoliatrices du printemps font face à de nombreux prédateurs et parasites. Parmi ces prédateurs, on compte les carabes (famille des *Carabidae*), les pentatomes ou punaises des bois (famille des pentatomidés), les réduves (famille des réduvidés) et les araignées. Certains oiseaux, comme les mésanges, le merle bleu de l'Est, les fauvettes et les pics-bois se nourrissent volontiers de chenilles. Les guêpes parasites (*Braconidae*, *Ichneumonidae*) et les mouches (*Tachinidae*) attaquent aussi les chenilles, tandis que les minuscules guêpes *Trichogramma* parasitent souvent les œufs des papillons nocturnes. Diverses maladies virales et fongiques affectent également les populations de chenilles, notamment lors des printemps doux et pluvieux. Malheureusement, l'activité naturelle des ennemis de

la chenille ne suffit habituellement pas à abaisser les populations sous les seuils de nuisibilité économique. De manière à préserver et à stimuler les ennemis naturels des chenilles défoliatrices du printemps, on n'aura recours aux insectides que si les seuils d'intervention sont atteints; le cas échéant, on choisira les produits les moins dommageables et qui présentent le spectre toxique le plus étroit possible.

En fonction des températures printanières ambiantes, la pulvérisation pourra se faire avant la floraison (habituellement au stade bouton rose avancé) ou au stade calice. Pour connaître le choix d'insecticides, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Noctuelles des fruits verts

L'espèce de noctuelle des fruits verts la plus répandue dans les vergers de l'Ontario est l'orthosie verte, *Othosia hibisci* (Guenee).

Description

Les œufs de noctuelles des fruits verts ont 0,8 mm de diamètre et 0,5 mm de hauteur; ils sont blancs teintés de gris. La chenille à pleine maturité est relativement grosse, soit de 30 à 40 mm de longueur; sa couleur varie alors de lime à vert foncé, y compris la tête (figure 4-49). Le corps de la chenille est couvert de petites taches blanches et est parcouru longitudinalement de plusieurs bandes blanches. Les pupes ont 20 à 30 mm de longueur et environ 100 mm de largeur. Les adultes possèdent des ailes antérieures sombres et des ailes postérieures beaucoup plus pâles. Les papillons adultes ont une envergure de 25 à 40 mm.

Figure 4-49. Larve de noctuelle des fruits verts.

Cycle biologique

La pupe hiverne sous terre. Les papillons (de la famille des noctuidés) prennent leur envol au début du printemps. Après l'accouplement, la femelle pond des œufs qu'elle dépose individuellement sur des feuilles en voie de formation. Ces œufs sont gris blanchâtre avec des nervures distinctes sur les côtés, visibles lorsqu'on les observe sous un microscope. Les larves, qui ressemblent à de petites chenilles arpenteuses lorsqu'elles éclosent, se nourrissent de bourgeons, de feuilles, de fleurs et d'ébauches de fruits. On compte une seule génération par année.

Dommages

Les cicatrices profondes et liégeuses laissées par la larve sur la surface d'un fruit dont elle s'est nourrie sont difficiles à distinguer de celles qui sont causées par les enrouleuses et tordeuses. Environ 70 % des fruits ainsi attaqués avorteront avant ou pendant la chute de juin. Les larves se concentrent souvent sur un seul fruit, mais il arrive qu'elles s'attaquent à une douzaine de fruits ou plus.

Surveillance et seuils d'intervention

Pour le calendrier de surveillance et les seuils d'intervention à observer dans la lutte contre les diverses espèces de chenilles défoliatrices du printemps, voir la même rubrique sous *Enrouleuses et tordeuses*, p. 83.

Lutte

Pour connaître les possibilités de lutte contre les diverses espèces de chenilles défoliatrices du printemps, voir la même rubrique sous *Enrouleuses et tordeuses*, p. 83.

Pique-bouton du pommier

Le pique-bouton du pommier, *Spilonota ocellana* (Denis et Schiffermullar), est un ravageur occasionnel des pommiers en Ontario.

Description

Les œufs de forme ovale ont 0,8 mm de diamètre, ils sont blanc crème à la ponte et jaunissent avec le temps. Les larves sont brun chocolat, la couleur de la tête pouvant varier de brun moyen à noir. Parvenues à maturité, les larves mesurent de 9 à 14 mm de longueur (figure 4-50). Les pupes sont brun doré et ont de 6 à 7 mm de longueur. Les papillons adultes sont de couleur brun-gris et ont une envergure de 12 à 16 mm. L'aile antérieure est plus foncée et affiche une série de rayures pâles à son extrémité.

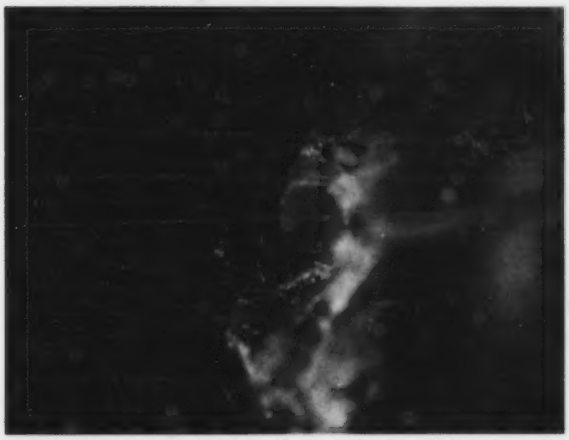


Figure 4-50. Larve du pique-bouton du pommier.

Cycle biologique

Le pique-bouton du pommier hiverne à l'état de larve immature enfermée dans un cocon de soie fixé à la base d'un dard et d'un rameau. Les larves deviennent actives au début du printemps, lorsque les pommiers arrivent au stade du débourrement avancé. Elles s'insinuent dans un bouton floral en voie de déploiement dont elles vont se nourrir, puis se construisent un abri en attachant plusieurs feuilles ensemble. Elles peuvent aussi s'enfoncer dans des pousses en croissance et sont à l'origine de lourdes pertes économiques lorsqu'elles infestent des pépinières et des plantations non productives.

Les larves se transforment en pupes après cinq à sept semaines et émergent sous forme de petits papillons portant des marques grises et blanches qui leur donnent l'aspect de fientes d'oiseaux lorsqu'elles sont au repos. Une deuxième génération s'active entre la mi-juillet et le début août. Les jeunes larves de cette génération se nourrissent du revers des feuilles et se construisent des abris à partir de feuilles et d'excréments. Elles peuvent aussi attaquer les fruits en contact avec les feuilles infestées.

Dommages

Les lésions dues à l'activité alimentaire du pique-bouton sont caractérisées par de petites dépressions peu profondes et circulaires à la surface du fruit (figure 4-51), semblables aux blessures infligées par la tordeuse à bandes obliques de la génération estivale.

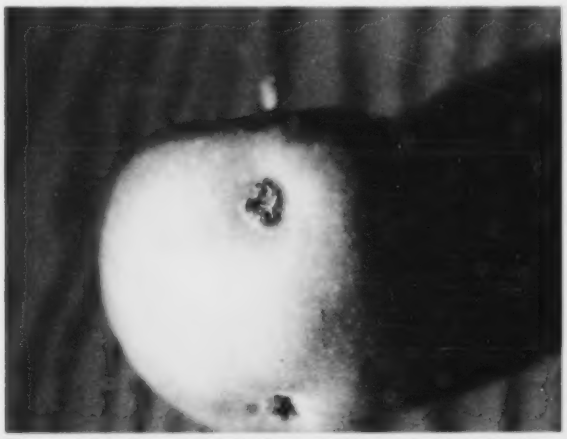


Figure 4-51. Blessure infligée au fruit par le pique-bouton du pommier.

Surveillance et seuils d'intervention

Pour le calendrier de surveillance et les seuils d'intervention à observer dans la lutte contre les diverses espèces de chenilles défoliatrices du printemps, voir la même rubrique sous *Enrouleuses et tordeuses*, p. 83.

Lutte

Pour connaître les possibilités de lutte contre les diverses espèces de chenilles défoliatrices du printemps, voir la même rubrique sous *Enrouleuses et tordeuses*, p. 83.

Livrées

La livrée de l'Est se rencontre parfois dans les vergers situés près de boisés de feuillus. Elle peut provoquer une défoliation localisée importante sur certaines branches des pommiers.

Description

Parvenue à sa pleine taille, la larve mesure de 40 à 50 mm de longueur, elle présente un dos velu de couleur brun-noir avec des taches bleues sur le corps et une bande blanche qui fait toute la longueur du dos. Les œufs se présentent sous la forme d'amas brun or encerclant de jeunes rameaux. Les adultes, brun rougeâtre, ont des ailes ornées de deux bandes diagonales pâles.

Cycle biologique

La livrée de l'Est, *Malacosoma americanum* (de la famille des lasiocampidés), hiverne sous la forme d'amas d'œufs annelant de jeunes rameaux (figure 4-52), qu'on aperçoit souvent lors de l'émondage d'hiver. Chaque amas comprend de 200 à 300 œufs. Ces derniers éclosent au début du printemps. Les larves tissent alors dans une fourche de l'arbre une tente de forme caractéristique (figure 4-53), où elles se regroupent en colonie qu'elles ne quittent que pour se nourrir le matin et le soir à même le tissu de feuilles en train de s'épanouir. Les papillons adultes émergent à la fin juin et les femelles pondent leurs œufs en juillet.

Figure 4-52. Amas d'œufs de livrées de l'Est.

Figure 4-53. Nid de livrées de l'Est dans un arbre.

Dommages

Une colonie de livrées installée sur une branche peut en consommer toutes les feuilles, bloquant complètement le développement des fruits en formation. On compte une seule génération de ces insectes par année.

Surveillance et seuils d'intervention

Noter toute trace d'activité de la part des livrées lors des inspections périodiques du verger.

Lutte

Le recours à des produits chimiques n'est pas nécessaire. La méthode la plus efficace pour lutter contre les infestations consiste généralement à couper les branches atteintes.

Spongieuse

La spongieuse, *Lymantria dispar* (Linnaeus), est généralement classée comme ravageuse des forêts. On la trouve à l'état indigène dans le sud de l'Europe, l'Afrique du Nord, l'Asie centrale et du Sud et le Japon. Elle a été introduite en Amérique du Nord dans le but de créer une lignée de vers à soie résistante aux maladies. Un certain nombre de chenilles se sont échappées et multipliées et provoquent aujourd'hui des infestations qui infligent de sérieux dommages à nos forêts de feuillus. Et il n'est pas rare que la spongieuse passe de la forêt aux vergers voisins.

Description

Les femelles pondent des amas d'œufs contenant de 300 à 1 000 œufs et les recouvrent d'une natte fibreuse velue. Ces œufs sont d'abord beiges, puis pâlissent sous l'effet de l'exposition à l'air. Les larves sont jaunes, grises ou noires et portent de longs poils fins. Juste sous la tête de la larve apparaissent cinq paires de points bleus suivies de six paires de points rouges. Ces points permettent de distinguer les larves de spongieuses des autres grosses chenilles velues. À maturité, les larves mesurent de 6 à 7 cm de longueur (figure 4-54). Les pupes de spongieuses sont couvertes de boucliers protecteurs en forme de poire d'environ 2,5 à 5,0 cm de longueur et de couleur brune. Les papillons adultes sont noirs et blancs. La femelle possède des ailes blanches ornées de motifs noirs, tandis que le mâle a des ailes gris foncé décorées de motifs pâles. La larve parvenue à maturité mesure de 30 à 65 mm de longueur et est très velue. Les femelles adultes ne peuvent voler et comptent sur les phéromones qu'elles émettent pour attirer les mâles.

Figure 4-54. Larve mature de la spongieuse.

Cycle biologique

La spongieuse hiverne sous la forme d'amas d'œufs regroupant de 100 à 1 500 œufs déposés sur les troncs, sous les branches et sur l'écorce des arbres. Les œufs éclosent au printemps et les larves commencent immédiatement à se nourrir en mangeant les feuilles. Les larves passent par cinq à six stades larvaires, puis se transforment en pupes au milieu de l'été. Les larves des premier à troisième stades larvaires se nourrissent de l'aube jusqu'au milieu de la matinée, puis se protègent de la chaleur du jour en se réfugiant sous l'écorce des arbres ou la couverture herbacée du sol. Les larves des quatrième à sixième stades larvaires se nourrissent la nuit, du coucher au lever du soleil (toutefois, les larves se nourriront jour et nuit si les densités de population deviennent trop fortes). La période larvaire s'étend sur une quarantaine de jours, de l'éclosion des œufs à la pupaison, celle-ci durant environ deux semaines. Les œufs hivernants sont pondus en août et en décembre. On compte une seule génération par année.

Dommages

Les larves mâchent les feuilles, laissant derrière elles de petits trous appelés criblures (figure 4-55). Quand elles ne se nourrissent pas, les larves se reposent sur une natte de soie qu'elles tissent sur le revers des feuilles.

Figure 4-55. « Criblures » laissées sur les feuilles par les larves de la spongieuse.

Surveillance et seuils d'intervention

Pour le calendrier de surveillance et les seuils d'intervention à observer dans la lutte contre les diverses espèces de chenilles défoliatrices du printemps, voir la même rubrique sous *Enrouleuses et tordeuses*, p. 83. Noter tout indice de l'activité de la part de la spongieuse lors des inspections périodiques du verger.

Lutte

Pour connaître les possibilités de lutte contre les diverses espèces de chenilles défoliatrices du printemps, voir la même rubrique sous *Enrouleuses et tordeuses*, p. 83.

Hoplocampe du pommier

L'hoplocampe du pommier, *Hoplocampa testudinea* (Klug), est un petit insecte aux ailes transparentes, semblable à un guêpe et introduit accidentellement dans l'État de New York en provenance de l'Europe dans les années 1930. L'insecte est présent dans le sud-ouest du Québec depuis 1979 et a été repéré pour la première fois dans l'est de l'Ontario en 1987. Les dommages causés par l'hoplocampe en Ontario se concentrent dans les zones pomicoles situées à l'est de Brockville et dans la vallée de l'Outaouais. En 1998, on a relevé sa présence dans la région de Kingston et en 2008, l'insecte avait migré vers l'ouest et s'était établi aussi loin à l'ouest que Port Hope.

Description

Les œufs ont 0,8 mm de longueur, sont brillants, de forme ovale et transparents. Les larves nouvellement écloses mesurent 1,7 mm de longueur et sont de couleur crème pâle, mais avec une tête et un bouclier caudal de couleur noire (figure 4-56). Quand elles parviennent à maturité, elles mesurent de 9 à 11 mm de longueur et leur tête ainsi que leur bouclier sont de couleur brun pâle (figure 4-57). L'insecte connaît cinq stades larvaires. L'adulte mesure 7 ou 8 mm de longueur et possède une tête, des antennes, un tronc inférieur et des pattes de couleur orange à jaune, tandis que le tronc supérieur est brun foncé et brillant (figure 4-58). La femelle est légèrement plus grande que le mâle.

Figure 4-56. Larve de l'hoplocampe du pommier.

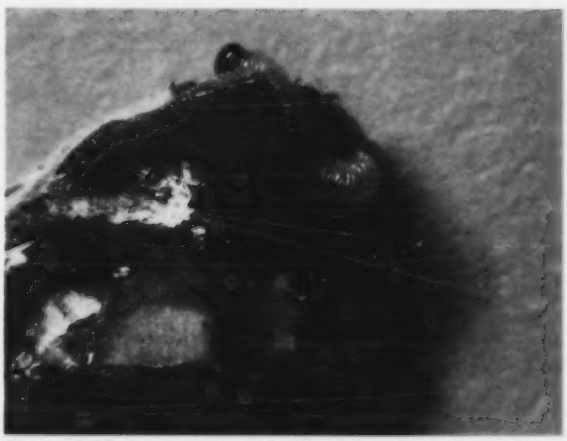


Figure 4-57. Larve mature de l'hoplocampe du pommier.

Figure 4-58. Hoplocampe du pommier adulte *(Charles Vincent, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec).*

Cycle biologique

L'hoplocampe du pommier hiverne à l'état de larve mature dans un cocon enfoui à quelques centimètres sous la surface du sol. La larve se transforme en pupe au printemps et les adultes émergent au stade bouton rose avancé des pommiers. La femelle pond ses œufs juste après l'ouverture de la fleur centrale des bouquets. Les œufs sont pondus un à un dans le calice de la fleur, souvent à la base des étamines ou entre celles-ci. Après huit à dix jours, les larves nouvellement écloses s'enfoncent dans la pomme et se nourrissent du tissu végétal, directement sous l'épiderme. À mesure que le temps passe, la larve s'enfonce plus profondément, elle entre dans la loge carpellaire et s'attaque à un ou deux pépins. Il arrive fréquemment que les larves se déplacent d'un fruit en formation à l'autre. Les larves arrivent à maturité en quatre à six semaines, puis quittent le fruit (qui est généralement tombé par terre), s'enfoncent dans le sol et forment un cocon en vue de la pupaison. On compte une génération par année. La diapause peut durer jusqu'à trois ans.

Dommages

Les larves du premier stade larvaire s'alimentent à même les tissus végétaux sous l'épiderme du fruit et produisent une cicatrice rugueuse et sinueuse qui sort en spirale de la cuvette oculaire de la pomme (figure 4-59). Si la larve cesse tôt de gruger le fruit (quelle qu'en soit la raison), la lésion apparaîtra probablement sur le fruit mature au moment de la cueillette. Si le forage des galeries s'arrête très tôt, les cicatrices seront courtes et impossibles à distinguer des dommages causés par la punaise terne.

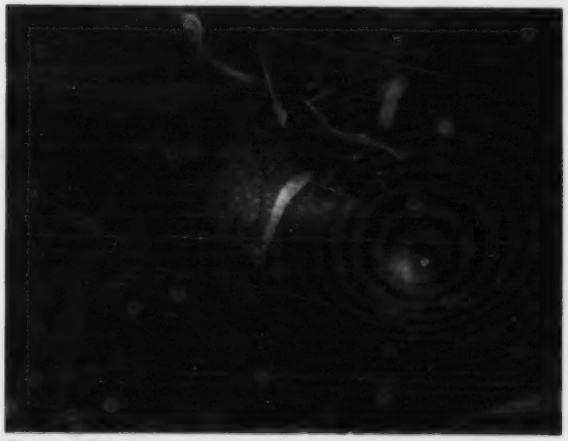


Figure 4-59. Apparence caractéristique à la cueillette d'une blessure infligée par l'hoplocampe du pommier.

Les larves du deuxième stade larvaire s'enfoncent plus profondément dans le fruit, en direction de la loge carpellaire. On voit fréquemment apparaître des déjections brun rougeâtre à la sortie d'une galerie creusée dans le fruit (figure 4-60). Une attaque au cœur du fruit se traduit souvent par l'avortement du fruit, tandis qu'un prélèvement de tissus végétaux sous l'épiderme donnera des cicatrices visibles au moment de la cueillette.

À mesure que la larve mue et approche de la maturité, elle s'enfonce vers la loge carpellaire ou se déplace vers un fruit adjacent. À mesure qu'elle se nourrit, la larve agrandit l'orifice de sortie en rejetant à l'arrière des déjections brun rougeâtre humides. Pour continuer de se développer, la larve passe à un autre fruit à l'intérieur du même bouquet de fruits (une seule larve peut donc endommager plusieurs pommes). Les fruits endommagés se détachent de l'arbre à la « chute de juin ». Dans les vergers du Québec n'utilisant pas d'insecticides, environ 4 % de la récolte de pommes peut être affectée par l'hoplocampe du pommier.

Figure 4-60. Jeunes fruits attaqués par l'hoplocampe du pommier.

Les dommages résultant de l'activité alimentaire des larves du deuxième stade larvaire entraînent la chute du fruit. Les lésions laissées par les larves du deuxième stade larvaire de l'hoplocampe du pommier peuvent être confondues avec celles qui sont causées par le carpocapse de la pomme. Il y a trois façons de distinguer les deux ravageurs.

1. Les lésions causées par l'hoplocampe du pommier apparaissent généralement dans les vergers avant celles qui sont attribuables au carpocapse. Ainsi, les dommages causés par l'hoplocampe du pommier apparaissent deux à trois semaines après le stade calice du pommier, tandis que les dommages dus aux larves du carpocapse seront visibles cinq semaines ou plus après le stade calice.
2. Les excréments de l'hoplocampe du pommier dégagent une odeur très forte, tandis que ceux du carpocapse de la pomme ne dégagent aucune odeur.
3. La larve de l'hoplocampe du pommier est de couleur blanc jaunâtre et possède sept paires de pattes abdominales; la larve du carpocapse est plus grosse que celle de l'hoplocampe, est de couleur blanc rosé et comporte cinq paires de pattes abdominales.

Surveillance et seuils d'intervention

Pour mesurer l'infestation par l'hoplocampe du pommier, on se servira de pièges visuels tridimensionnels consistant en des cartes blanches encollées réfléchissant les rayons autres que les rayons UV et imitant les fleurs (figure 4-61). On suspend trois pièges dans des arbres entre les stades prébouton rose et bouton rose avancé et on les laisse en place jusqu'à deux semaines après la fin du stade calice. Ces pièges doivent idéalement être posés sur le côté sud de l'arbre, au niveau des yeux et sur les côtés du verger bordant un boisé ou la lisière d'un champ. On inspectera les pièges deux fois par semaine.

Figure 4-61. Cartes blanches encollées tridimensionnelles utilisées pour la capture d'hoplocampe du pommiers des pommes.

Il existe deux périodes où l'on peut utiliser des insecticides contre l'hoplocampe du pommier :

- **avant la floraison** – l'hoplocampe du pommier adulte peut généralement être tenu en échec au moyen d'un insecticide à large spectre qu'on pulvérise au stade du bouton rose avancé pour combattre la mineuse marbrée ou les chenilles défoliatrices du printemps;
- **après la floraison** – peu après la floraison, les larves nouvellement écloses de l'hoplocampe du pommier sont vulnérables à l'action d'un insecticide. C'est le moment idéal pour passer à l'attaque. Il est important de ne pas retarder indûment l'application du produit.

Les seuils d'intervention pour l'application d'insecticide après la floraison sont les suivants :

- six hoplocampes du pommier par piège si un insecticide a été pulvérisé sur les arbres avant la floraison;

- trois hoplocampes du pommier par piège si aucun insecticide n'a été pulvérisé avant la floraison.

Lutte

L'hoplocampe du pommier des pommes n'a pas d'ennemis naturels connus en Amérique du Nord. Des chercheurs d'Agriculture et Agroalimentaire Canada ont entrepris un programme de lutte biologique classique contre ce ravageur. La larve parasite *Lathrolestes ensator* (Brauns) (figure 4-62), qui s'attaque à des espèces spécifiques, a été introduite dans des vergers du Québec et de l'est ontarien. Une fois le parasite bien établi, on utilisera ces sites comme vergers-sources pour en faire la propagation vers les vergers infestés par l'hoplocampe du pommier des pommes. Il ne s'agit d'une mesure de lutte unique contre l'insecte; on l'utilisera conjointement avec des pesticides à risque réduit et des pratiques culturales conçues pour restreindre les populations d'hoplocampe du pommier des pommes. Pour une liste des produits offerts sur le marché pour lutter contre l'hoplocampe du pommier des pommes, consulter la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

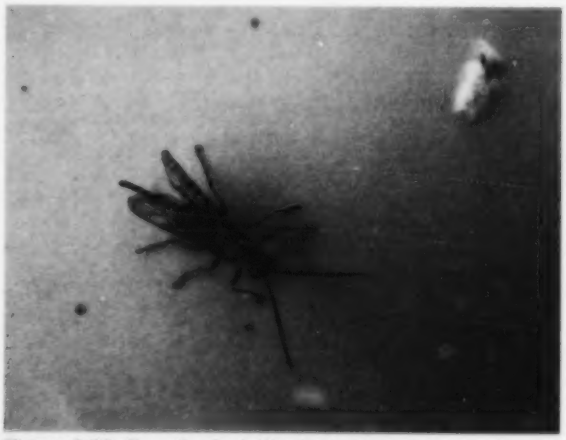


Figure 4-62. Femelle de *Lathrolestes ensator* (Charles Vincent, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur Richelieu, Québec).

Punaise terne et autres insectes piqueurs

L'alimentation des insectes aux pièces buccales de type piqueur-suceur donne lieu soit à des dépressions (faces de chat) soit à de petites bosses sur les pommes en croissance. Ces défauts sont visibles à la cueillette et nuisent par conséquent aux qualités marchandes du fruit. Il y a deux principaux groupes d'hémiptéroïdes (superordre caractérisé par des pièces buccales permettant de piquer et de sucer) qui causent ce genre de dommages dans les vergers de l'Ontario : les punaises (famille des *Miridae*) et les pentatomes (famille des *Pentatomidae*).

Punaises

La punaise terne, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois), la lygide du pommier, *Lygidea mendax* (Reuter), et la punaise de la pomme, *Lygocoris communis* (Knight), sont toutes des insectes de la grande famille des *Miridae* ou des punaises des plantes. Chacune cause des lésions particulières sur les pommes. La punaise terne est l'un des insectes piqueurs s'attaquant aux pommes parmi les plus répandus.

Description

Au stade adulte, la punaise terne, la lygide du pommier et la punaise de la pomme ont à peu près la même forme et la même taille (6-7 mm), mais elles présentent des motifs de couleur caractéristiques qui permettent de les identifier. Les nymphes de la punaise terne sont verdâtres avec des taches noires (figure 4-63). Des ébauches alaires sont présentes chez les nymphes plus vieilles. Elles se distinguent des pucerons par l'absence de cornicules et par leurs déplacements plus prestes quand elles sont dérangées.

Les punaises ternes adultes sont de forme ovale, de couleur brune mêlée de jaune et mesurent 5-6 mm de long (figure 4-64). On les reconnaît à la marque en Y de couleur jaune sur l'écusson (aussi appelé scutellum, soit la partie triangulaire se trouvant entre les ailes). Les adultes de la génération hivernante ont tendance à être beaucoup plus foncés que ceux de la génération estivale.

Figure 4-63. Nymphe de la punaise terne *(Art Agnello, Ph.D., Cornell University).*

Figure 4-64. Adulte de la punaise terne *(Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherches de Saskatoon).*

La lygide du pommier est quant à elle à prédominance rouge orangé avec des ailes brunes (figure 4-65). Les nymphes sont rouge vif. La punaise de la pomme est jaune-brun et possède deux bandes sombres sur le thorax derrière la tête.

Cycle biologique

La lygide du pommier et la punaise de la pomme ont des cycles biologiques qui se ressemblent. Les deux espèces hivernent à l'état d'œufs insérés dans l'écorce jeune des pommiers. Les œufs éclosent avant la pleine floraison et les nymphes se nourrissent des jeunes fruits en croissance jusqu'au stade calice.

Figure 4-65. Lygide du pommier *(Bernard Drouin, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec).*

La punaise terne adulte hiverne sous des débris de végétaux, de l'écorce, des billots et des feuilles mortes de dicotylédones. Elle s'active les jours doux du printemps et s'attaque aux boutons avant que les tissus verts n'apparaissent. Vers la fin du printemps (fin mai, début juin), elle migre vers des plantes adventices herbacées, des fleurs et des légumes, où elle pond ses œufs dans les tiges et les pédoncules. Les nymphes passent par cinq stades nymphaux avant de muer et de devenir adultes. Les individus des trois derniers stades nymphaux ont des ébauches alaires. On compte deux générations par année.

La punaise terne possède un vaste éventail d'hôtes. Elle se nourrit de plus de trois cents espèces végétales, dont des espèces de mauvaises herbes, de légumes, de fruits, de fleurs, d'arbustes et d'arbres. Elle préfère se nourrir de tissus méristématiques, de boutons floraux et de fruits immatures. Les adultes, mobiles, vont d'une culture à l'autre au fil de la saison, à la recherche d'hôtes intermédiaires. Les dommages prennent des formes tout aussi variées que la liste des hôtes. Ceux-ci résultent à la fois des activités alimentaires et des activités de ponte.

Dommages

Les jours doux du début avril, la punaise terne adulte commence à se nourrir des boutons en insérant ses pièces buccales de type perceur-suceur dans les tissus. Les boutons endommagés par la punaise terne exsudent un suintement liquide clair qui devient ambré après plusieurs heures. Comme leur nouaison

ne se fait pas correctement, les boutons endommagés avortent. Les adultes continuent de se nourrir des fleurs en croissance, du stade bouton rose avancé jusqu'au calice, après quoi la plupart abandonnent la culture à la recherche d'hôtes intermédiaires parmi les espèces en fleur. Les fleurs attaquées avant le stade calice avortent. Souvent, les jeunes fruits piqués après le stade calice tombent au sol au moment de la chute de juin, bien que certains puissent rester accrochés aux pommiers jusqu'à la cueillette. Les lésions sur les fruits matures consistent habituellement en de petites dépressions ou des cônes déprimés profonds résultant de l'injection d'une toxine par la punaise terne (figure 4-66). En général, les dommages que la punaise terne cause en début de saison s'observent près de la cuvette oculaire. Les dommages faits en fin de saison peuvent se situer un peu partout sur la pomme. Les sections longitudinales de pommes coupées à travers les dépressions montrent qu'en se nourrissant, les punaises ternes creusent une galerie étroite qui s'étend jusqu'au cœur (sans y entrer) ou jusqu'au calice (figure 4-67).

Figure 4-66. Lésion causée par la punaise terne.

Les lésions attribuables à l'alimentation de la lygide du pommier s'assimilent à un roussissement lisse à la surface du fruit, avec ou sans dépression (figure 4-68). Les cicatrices laissées par la punaise de la pomme forment de petites bosses surélevées sur le fruit (figure 4-69).

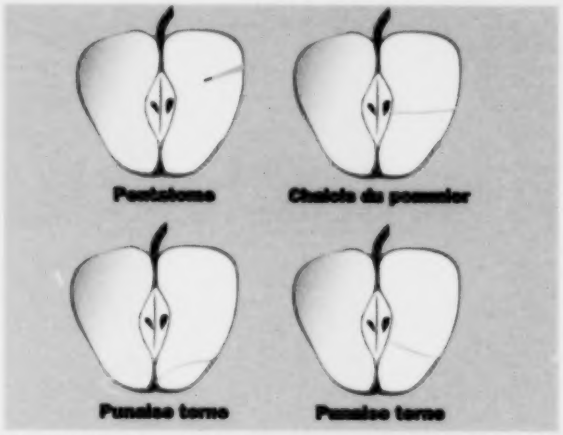


Figure 4-67. Croquis des dommages causés par les insectes piqueurs.

Figure 4-68. Lésion causée par la lygide du pommier.

La quantité de lésions dépend du nombre d'adultes hivernants et des températures printanières. Du temps doux au début d'avril, avant la levée des dicotylédones, favorise souvent la migration des adultes vers les arbres. Les printemps frais s'accompagnent habituellement de moins de dommages. Selon certaines études, la punaise terne causerait les dommages les plus lourds sur les branches basses. Même si les dommages causés dans les vergers en production sont minimes après le mois de juin, les pommiers dans les pépinières et les blocs nouvellement plantés sont vulnérables aux attaques de la punaise terne pendant tout l'été.

Figure 4-69. Lésion causée par le puceron vert du pommier.

Les dommages causés par la punaise terne peuvent être confondus avec ceux qui sont causés par le chalcis du pommier. Ce dernier, une petite guêpe, est un ravageur occasionnel dans certains vergers, qui est habituellement maîtrisé par les traitements insecticides dirigés contre d'autres insectes. Ses larves hivernent dans les pépins. La pupaison se produit à la fin de mai et les adultes émergent des pupes à la mi-juin. Les adultes endommagent les fruits par les piqûres qu'ils laissent sur la peau pour chaque œuf qu'ils pondent. À la cueillette, les lésions s'apparentent à une dépression à la surface du fruit. En coupant la pomme, on peut voir la galerie étroite et brune qui traverse la chair jusqu'au cœur. La figure 4-67 montre des vues en coupe de pommes attaquées par différents insectes piqueurs.

Surveillance et seuils d'intervention

Il n'existe aucun protocole de surveillance de ces insectes. Bien que recommandé dans certaines provinces et certains États, le dépistage de la punaise terne adulte à l'aide de plaquettes blanches encollées ne l'est pas en Ontario, parce que son efficacité est variable et que les résultats sont souvent peu fiables. Les insectes adultes sont sur leurs gardes et s'envolent rapidement. On obtient une bonne idée des dommages causés par l'alimentation des adultes en parcourant le verger aux deux ou trois jours au printemps à la recherche de suintement à proximité ou à la surface des boutons. La luzerne étant un hôte de prédilection, sa récolte provoque un déplacement massif des punaises vers les cultures avoisinantes.

Lutte

Normalement, à la cueillette, entre 0,25 et 1,00 % des pommes comportent des lésions causées par la punaise terne, des taux qui, sur le plan économique, ne justifient pas de traitements phytosanitaires dirigés contre cet ennemi. Il arrive que 2 % ou plus des pommes présentent des lésions. À moins que les infestations par la punaise terne ne soient récurrentes, les interventions ne sont pas recommandées, car l'activité de ce ravageur est imprévisible.

Les applications d'insecticides effectuées en préfloraison et au stade calice pour lutter contre d'autres ennemis de début de saison assurent parfois une maîtrise temporaire des punaises ternes. Dans bien des cas, les nouveaux insecticides à spectre étroit sont sans effet contre les punaises ternes. Les méthodes de lutte culturale jouent un rôle important dans la réduction des risques de lésions causées par la punaise terne. Voici certaines pratiques recommandées :

- garder le gazon bien entretenu en réduisant ou en éliminant les mauvaises herbes qui servent d'hôtes intermédiaires, en particulier la stellaire moyenne, le pissenlit, le trèfle, les amarantes et le chénopode blanc;
- se garder de tondre le gazon entre la floraison et la fin du stade calice, afin d'éviter que les punaises ne se déplacent vers les pommiers;
- désherber des bandes dans les allées à l'aide d'herbicides;
- désherber les tournières, afin de les débarrasser des hôtes intermédiaires et de la végétation offrant un refuge aux punaises;
- éviter d'installer un verger dans un lieu contigu à des champs de foin (luzerne), des fraiseraies ou des cultures qui présentent un attrait pour les punaises.

Pentatomes (punaises des bois)

Les pentatomes causent occasionnellement des dommages aux fruits des vergers.

Description

La punaise verte, *Acrosternum hilare* (Say), est la représentante de la famille des pentatomidés la plus commune dans les vergers de pommiers de l'Ontario. Les pentatomes sont des insectes au corps en forme de bouclier, relativement gros, et à tête petite et étroite. Ils ont des antennes à cinq segments et des pièces buccales renfermées dans une gaine appelée bec, divisée en quatre pièces. Leurs œufs, pondus en grappes, sont en forme de petits tonnelets surmontés d'un motif circulaire (qui fait penser à une cloque). Les nymphes, de forme ovale, surtout noires, deviennent vertes en vieillissant. Les nymphes des derniers stades nymphaux ont des ébauches alaires bien visibles. Comme son nom l'indique, la punaise verte adulte est de couleur verte (figure 4-70). On trouve d'autres espèces de pentatomes dans les vergers, certains d'entre eux étant des prédateurs utiles.

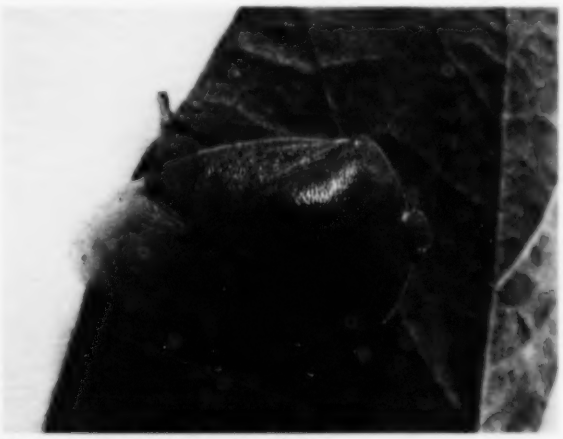


Figure 4-70. Punaise verte adulte.

Cycle biologique

Les pentatomes ont un vaste éventail d'hôtes, dont les arbres fruitiers et ornementaux, les vignes, les mauvaises herbes et différentes espèces cultivées. Ils hivernent au stade adulte dans des lieux abrités et redeviennent actifs quand les températures s'élèvent au printemps. Ils sont habituellement présents dans les vergers après la floraison.

Dommages

Les lésions aux fruits surviennent quand les pentatomes adultes percent la peau du fruit pour en extraire le jus. La piqûre laisse une lésion légèrement dentelée et une zone liégeuse brun clair juste sous la surface de la peau (figure 4-71). En tranchant le fruit, on peut apercevoir un tube d'alimentation qui s'enfonce rarement sur plus de la moitié de la distance entre la peau et le cœur. Cette caractéristique confirme que les dommages sont bel et bien attribuables aux pentatomes et non à d'autres insectes piqueurs. Les lésions causées par les pentatomes surviennent habituellement vers la fin de l'été. Les fruits atteints ont tendance à rester accrochés aux arbres passé la période de la cueillette.

Surveillance et seuils d'intervention

Aucun seuil d'intervention ni aucune technique de dépistage n'ont été mis au point pour cette famille de ravageurs. Garder à l'esprit que des pentatomes prédateurs peuvent également être présents dans le verger.

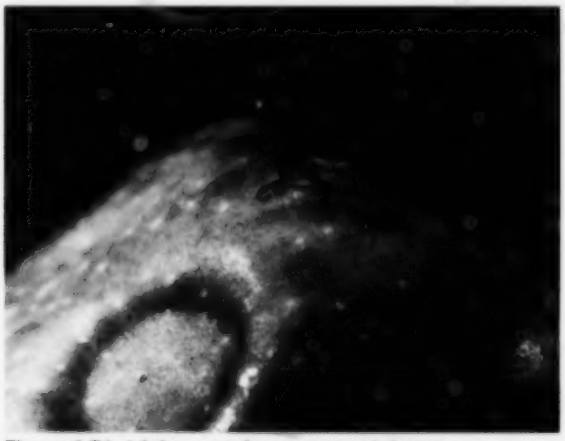


Figure 4-71. Lésion causée par un pentatome ***(Peter Jentsch, Cornell University, Hudson Valley Laboratory, NY).***

Lutte

En Ontario, les pentatomes ne sont pas considérés comme des ennemis ayant une importance économique. Il arrive qu'ils soient problématiques les étés très chauds et secs quand les sources de nourriture de remplacement offertes notamment

par les dicotylédones adventices (mauvaises herbes à feuilles larges) sont rares. Garder les tournières tondues de près afin de décourager la migration des pentatomes vers les vergers au cours des étés secs.

Punaise de la molène

La punaise de la molène, *Campylomma verbasci* (Meyer), peut être dévastatrice pour la Red Delicious et parfois pour d'autres cultivars comme Northern Spy, Empire et Spartan. La punaise de la molène est en même temps un prédateur important qui, durant l'été, se nourrit de tétranyques rouges et de pucerons verts du pommier.

Description

Les œufs mesurent 0,8 mm de long, sont blancs et ont la forme d'une bouteille. Les punaises de la molène passent par cinq stades nymphaux avant de devenir adultes. Les nymphes mesurent 0,5-2,5 mm de long, sont jaunes, ont la tête pointue et les yeux rouges (figure 4-72). Elles peuvent facilement être confondues avec les nymphes de plusieurs autres insectes, dont celles des pucerons et des cicadelles. La figure 4-73 présente les principales caractéristiques qui permettent de distinguer les espèces. La punaise de la molène adulte mesure 3 mm de long, est de forme ovale et d'une teinte allant du vert pâle au brun clair (figure 4-74). Les antennes sont segmentées et les pattes postérieures présentent des taches noires et sont recouvertes d'épines.

Figure 4-72. Jeune nymphe de la punaise de la molène.

Puceron
- déplacements lents
- corps vert
- cornicules (petites cornes)

Punaise de la molène
- antennes segmentées
- déplacements rapides
- yeux rouges
- corps vert lime

Cicadelle blanche du pommier
- mouvements erratiques
- corps allongé
- corps blanc ou jaune

Figure 4-73. Caractéristiques distinctives des stades nymphaux de différents ennemis du pommier.

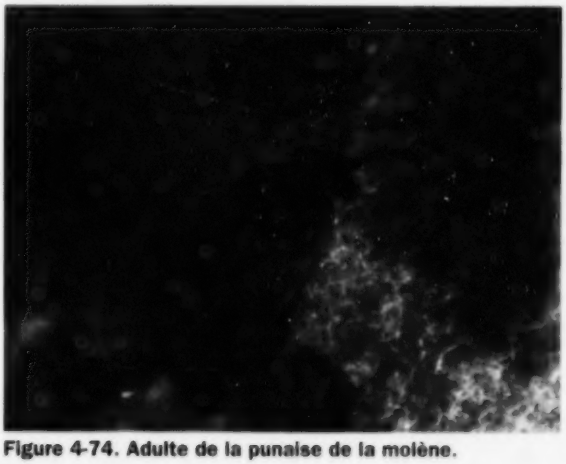


Figure 4-74. Adulte de la punaise de la molène.

Cycle biologique

La punaise de la molène infeste deux principaux hôtes : la molène et le pommier. Elle infeste à l'occasion les poiriers, vignes, rosiers sauvages, amélanchiers et chênes. L'insecte hiverne au stade d'œuf, ceux-ci étant insérés profondément dans l'écorce des rameaux de un ou deux ans des pommiers. L'éclosion des œufs commence durant la floraison et se poursuit jusqu'au calice. La plupart des

années, l'éclosion coïncide avec le pic d'apparition des adultes au début du stade calice, mais il suffit d'un coup de froid durant cette période pour que l'éclosion soit fractionnée, ce qui complique les interventions phytosanitaires.

Les nymphes se nourrissent au départ de la sève provenant des nervures des feuilles et des jeunes fruits en croissance. Plusieurs semaines après le calice, les nymphes deviennent prédatrices et commencent à dévorer notamment des tétranyques rouges et des pucerons. Les nymphes qui ont dévoré des tétranyques ont le dessous de l'abdomen rouge. Les nymphes passent par cinq stades nymphaux avant de devenir adultes. Nymphes et adultes se déplacent rapidement. Souvent, les adultes s'envolent sitôt qu'ils sont dérangés. Les adultes migrent vers les plants de molène, qu'on trouve souvent en Ontario sur les berges des fossés et en bordure des routes, où ils se nourrissent pendant tous les mois d'été. La surveillance effectuée tout au long de l'année dans les vergers de pommiers indique qu'une partie des populations de punaises de la molène reste dans le verger durant l'été. À la belle saison, elles sont considérées comme des prédateurs importants des pucerons et des tétranyques. Ce n'est que vers la fin de l'automne que les punaises de la molène femelles envahissent les pommiers et y pondent les œufs hivernants dans le bois tendre. On compte deux ou trois générations de punaises de la molène par année.

Dommages

De la floraison au stade calice, les nymphes de la punaise de la molène causent des pertes économiques dans les vergers plantés de certains cultivars, particulièrement la Red Delicious et la Spartan. Il arrive également que les cultivars Northern Spy, Empire, Cortland, Gala, Jonagold et Golden Delicious soient également touchés. D'autres cultivars, dont le McIntosh, semblent largement épargnés, mais on ne sait trop si c'est parce que l'insecte ne s'attaque pas à leurs fruits ou si c'est parce que ces cultivars sont immuns aux piqûres de la punaise de la molène. Les lésions laissées par les pièces buccales ressemblent à de petites bosses rougeâtres à la surface des fruits (figure 4-75). Les fruits sont souvent piqués à plusieurs endroits, ce qui amène la majorité d'entre eux à avorter juste avant ou durant la chute de juin. Les fruits endommagés qui restent sur l'arbre peuvent développer de petites verrues liégeuses ou des bosses entourées de dépressions coniques (figure 4-76). À mesure qu'ils grossissent au fil de la saison, les fruits deviennent déformés. Sans intervention, la punaise de la molène peut endommager jusqu'à 75 % des pommes des vergers de l'Ontario.

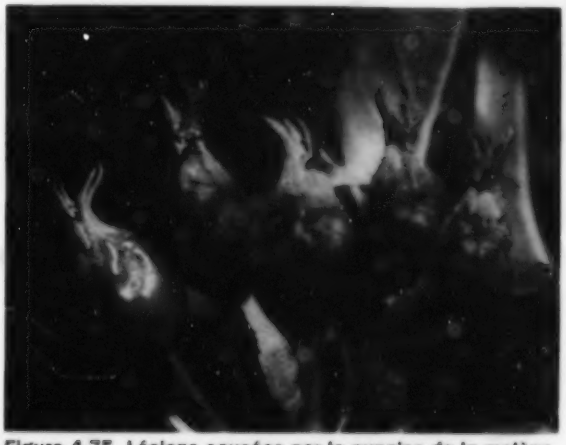


Figure 4-75. Lésions causées par la punaise de la molène sur de jeunes fruits.

Figure 4-76. Lésions observées sur la Red Delicious.

Surveillance et seuils d'intervention

Commencer le dépistage des nymphes durant la floraison et n'y mettre un terme que deux ou trois semaines après le stade calice. Comme les œufs

éclosent généralement presque tous en même temps, il est recommandé d'effectuer les opérations de dépistage à intervalles rapprochés (deux ou trois fois par semaine). Des intervalles plus longs (une fois par semaine) risqueraient de faire rater le moment de l'apparition des premiers adultes et le seuil d'intervention, ce qui peut être lourd de conséquences pour les fruits. Faire la surveillance de la punaise de la molène par la technique du tapotement au-dessus d'un plateau de collecte (figure 4-77). Pour savoir comment construire un plateau de collecte, voir l'annexe E, *Fabrication d'un plateau de collecte*, p. 247. Inspecter au moins 25 pommiers par bloc, à raison de une branche maîtresse par pommier. Pour déloger les insectes, donner deux ou trois petits coups secs sur la branche en maintenant sous elle un plateau de collecte. Vérifier le plateau avant de passer au pommier suivant. Les nymphes nouvellement écloses sont assez difficiles à voir. Il est recommandé de se munir d'une loupe pour les identifier formellement.

Choisir des branches qui portent des bouquets de fruits, car les punaises de la molène s'y trouvent souvent. Se concentrer sur l'échantillonnage des cultivars sensibles et des blocs où des infestations de punaises de la molène ont déjà été observées. Pour l'échantillonnage par tapotement des branches, attendre qu'il fasse soleil et que les températures se soient adoucies. S'il fait froid, que le temps est couvert ou qu'il pleut, attendre une autre journée.

Voici les seuils de nuisibilité économique établis :

- Red Delicious et Spartan : 7 nymphes/25 plateaux;
- autres cultivars sensibles : 10 nymphes/25 plateaux.

Figure 4-77. Surveillance de la punaise de la molène par tapotement des branches au-dessus d'un plateau de collecte.

Lutte

Des traitements insecticides sont indiqués une fois que les populations de punaises de la molène ont atteint les seuils de nuisibilité économique (habituellement vers le stade calice). Comme certains produits destinés à combattre la punaise de la molène peuvent avoir des répercussions négatives sur les abeilles, avant d'appliquer des insecticides, il est important de retirer les colonies d'abeilles domestiques dès que la pollinisation est terminée. Les insecticides de préfloraison, en particulier les pyréthrinoïdes, ne maîtrisent pas efficacement les populations de punaises de la molène au stade du calice, particulièrement les printemps où la floraison se prolonge. Les seuils de nuisibilité économique de la punaise de la molène sont établis en fonction de la densité de population, mais il est important de remarquer que les dommages causés par cet ennemi sont influencés par l'abondance de pollen et de nectar dont il se nourrit, la teneur des végétaux en azote ou la prédation par des animaux. Par conséquent, de fortes populations de punaises n'entraînent pas nécessairement des dommages importants aux fruits.

Durant l'été, comme les punaises de la molène sont des prédateurs importants dans les vergers, il est bon de les inclure dans les opérations de dépistage des acariens et des insectes utiles. Noter le nombre

de nymphes et d'adultes de punaises de la molène lors des inspections des pousses terminales et de l'échantillonnage par tapotement des grosses branches effectués durant l'été.

Charançon de la prune

En Amérique du Nord, le charançon de la prune, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst), un coléoptère indigène dont la tête porte un rostre à l'extrémité duquel est placée la bouche (famille des curculionidés), est un ennemi redoutable des fruits à pépins (pomme et poire) et à noyau (abricot, pêche, prune, cerise). Ses hôtes sauvages comprennent le prunier indigène, les aubépines (appelées cenelliers au Canada) ayant des fruits plus gros que les cenelles des autres aubépines (*Crataegus* spp.), ainsi que les pommetiers ornementaux. Les charançons de la prune n'établissent en général pas de populations résidentes dans les vergers commerciaux, car ils envahissent les vergers au moment où ils quittent leurs sites d'hivernation situés dans les haies et boisés voisins.

Description

Les œufs, qui mesurent 0,6 mm de long, sont blancs et de forme elliptique. Ils sont pondus sous la peau des fruits. Les larves, de couleur crème, sont en forme de croissant, sont apodes et ont une capsule céphalique brune caractéristique. Le charançon de la prune passe par quatre stades larvaires. À maturité, la larve du dernier stade larvaire fait 6-9 mm de longueur. Les pupes mesurent 5-7 mm de longueur, sont blanches ou de couleur crème et vivent dans le sol. Les adultes mesurent 4-6 mm de long, sont brun foncé avec des taches grises et blanches sur le dos. Leurs antennes coudées sortent d'un rostre allongé qui ressemble à un bec. Ils présentent sur les élytres (couvertures alaires) quatre bosses qui constituent des caractères distinctifs permettant de les distinguer des autres charançons (figure 4-78).

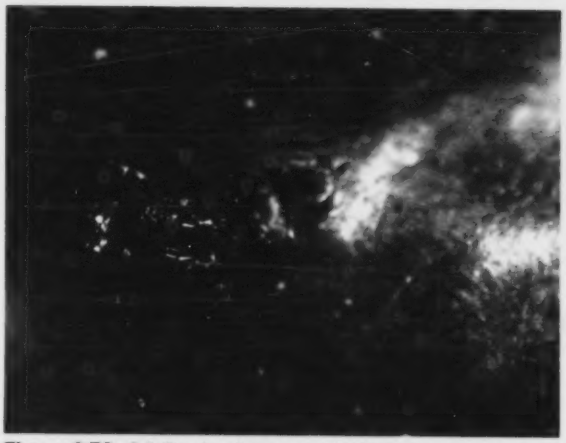


Figure 4-78. Adulte du charançon de la prune ***(Bernard Drouin, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec).***

Cycle biologique

Le charançon de la prune hiverne au stade adulte sous des débris de feuilles, dans des tas de broussailles et du bois empilé à proximité ou tout à côté des vergers. L'activité des adultes et leur migration qui les ramène dans les vergers commencent au printemps, une fois que s'est installé le temps doux (moyennes de températures atteignant 15,5 °C ou plus), accompagné de pluies légères. Ce moment se produit habituellement autour de la floraison et dure jusqu'à six semaines, le gros de la migration survenant durant la période de quatorze jours qui suit le calice (chute des pétales). Des recherches indiquent que selon les conditions météorologiques (temps ensoleillé ou nuageux), les charançons migrent dans les vergers en rampant ou en volant. Si le temps est frais au moment de la floraison et du calice, il peut arriver que la migration des adultes ne se fasse qu'après le calice.

Les adultes s'accouplent et se nourrissent de feuilles, de fleurs et de fruits en croissance. Un examen attentif des fleurs révèle la présence de petits trous résultant de leur alimentation. Sur les petits fruits, les dommages prennent la forme de petites cicatrices brun roux.

Les femelles pondent habituellement leurs œufs dans le fruit plusieurs semaines après leur émergence, une fois la nouaison accomplie. À l'aide de leurs pièces buccales, elles percent des trous dans la peau des fruits et déposent un œuf par trou. Le fait que la coupure

soit en forme de croissant évite à l'œuf d'être broyé par le fruit lorsque celui-ci grossit. Les cicatrices laissées sur les pommes par l'alimentation et la ponte des œufs exsudent souvent de la sève qui, en séchant, forme une croûte blanche.

Les œufs mettent trois jours à éclore à 25 °C et jusqu'à douze jours à 18 °C. Les larves qui émergent se nourrissent de l'intérieur du fruit, ce qui provoque la chute prématurée de certaines pommes infestées. Les larves continuent de se développer dans les fruits tombés. À maturité, elles sortent du fruit et creusent le sol pour s'y transformer en pupes. Les pommes infestées qui restent accrochées au pommier augmentent de calibre, ce qui écrase les larves en croissance. Il s'ensuit un fort taux de mortalité des larves dans ces pommes, qui ont néanmoins perdu toute valeur marchande du fait des nombreuses cicatrices dont elles sont marquées. Les adultes émergent des pupes après deux à trois semaines de pupaison. Ils se nourrissent des fruits jusqu'en septembre, moment où ils gagnent les sites d'hivernation. Le cycle biologique complet d'œuf à adulte s'étend sur environ cinquante à cinquante-cinq jours. On compte une seule génération du charançon de la prune en Ontario. Une seconde génération s'observe dans les régions plus méridionales. Les cultivars hâtifs qui produisent un feuillage dense et un fruit à peau claire sont les plus sévèrement atteints.

Dommages

Les dommages causés par les adultes prennent deux formes :

1. des cicatrices laissées par les femelles qui, pour pondre leurs œufs, font dans la peau des entailles en forme de croissants (figure 4-79), qui marquent les pommes à jamais;
2. des cavités arrondies où la chair a été dévorée, qui ouvrent la voie à des infections par des organismes responsables de pourritures.

L'ampleur des dommages causés par le charançon de la prune est généralement plus grande sur le pourtour des vergers. Les dommages dus aux activités de ponte sont ceux qui sont les plus lourds de conséquences sur le plan économique. Il est difficile d'évaluer l'incidence des infestations par le charançon de la prune sur la perte de fruits, car, souvent, les fruits endommagés en début de saison avortent naturellement durant la chute de juin. Les dommages récents se reconnaissent au suintement qui sort du fruit (figure 4-80).

Figure 4-79. Cicatrices laissées par la ponte.

Figure 4-80. Lésion fraîche.

Un fruit endommagé qui reste accroché au pommier présente des cicatrices, est difforme et impossible à commercialiser sur le marché du frais. Sans intervention, une infestation par le charançon de la prune peut faire perdre jusqu'à 85 % de la récolte.

Surveillance et seuils d'intervention

La surveillance des adultes du charançon de la prune est difficile à réaliser du fait que cet insecte réagit peu aux pièges, qu'ils soient olfactifs ou visuels. Dans d'autres régions pomicoles, des recherches concluent à l'efficacité de la surveillance des migrations menée en début de saison avec des pièges pyramidaux placés sur les pourtours des vergers et appâtés avec une phéromone d'agrégation (acide grandisoïque) et du benzaldéhyde. Les recherches préliminaires menées en Ontario arrivent plutôt à la conclusion que ces pièges ne sont pas très efficaces. Après le calice, les pièges deviennent inefficaces, car ils ne peuvent rivaliser avec les parfums naturels dégagés par les pommiers. Il faudra davantage de recherche pour mettre au point un appât efficace pour les charançons de la prune en migration.

À compter de la floraison, inspecter les arbres fruitiers qui vivent à l'état sauvage dans des lieux jouxtant le périmètre du verger ou proches de celui-ci, à la recherche de cicatrices laissées par la ponte ou l'alimentation. Examiner les pommiers des rangées périmétriques tous les deux ou trois jours à la recherche de lésions récentes. Poursuivre la surveillance et intervenir par l'application d'un insecticide sitôt les premières lésions observées.

Le charançon de la prune s'introduit dans les vergers depuis les zones avoisinantes. Selon des recherches menées au Québec, les pulvérisations périmétriques (c.-à.d. celles qui se font sur une bande de 20 m constituée de rangées périmétriques de pommiers) réduisent efficacement les dommages causés par le charançon de la prune, dans la mesure où elles se doublent d'un programme de lutte intégrée. Un programme de pulvérisation périmétrique doit débuter par une pulvérisation de couverture effectuée à un moment bien choisi, entre le calice et la nouaison, de manière à tirer parti au maximum du produit et de sa rémanence. Après cette première pulvérisation de couverture, traiter par la suite les rangées périmétriques afin de venir à bout des charançons de la prune qui continuent de migrer dans le verger. Poursuivre les opérations le dépistage, à la recherche d'adultes et de lésions sur les jeunes fruits, de manière à évaluer la pertinence de traitements subséquents.

Lutte

Il existe peu de moyens de lutte biologique ou culturale qui soient efficaces contre le charançon de la prune. L'élagage d'hiver visant à ouvrir la frondaison améliore le recouvrement par la bouillie. Des études suggèrent que le charançon de la prune serait attiré par les rameaux fraîchement élagués. Dans le mesure du possible, terminer l'élagage avant que les tissus verts ne soient très développés, afin de laisser le temps aux tissus de cicatriser.

Selon des recherches menées au Québec, les pulvérisations périmétriques utilisées comme unique stratégie de lutte contre ce charançon seraient efficaces dans des cas particuliers. Il faut pour cela que les conditions suivantes soient réunies :

- l'hoplocampe des pommes n'est pas présent dans le verger;
- les températures printanières ne se sont pas trop écartées des normales;
- le verger présente une forme relativement uniforme, plutôt carrée; et
- les pommiers sont gros.

Comme aucune évaluation n'a encore été faite de l'efficacité des pulvérisations périmétriques à l'aide d'insecticides autres que des organophosphorés, l'utilisation de ces produits n'est pas recommandée pour le moment. Pour connaître les produits qui font partie du groupe des organophosphorés, se reporter à la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Le moment où apparaissent le charançon de la prune dans les vergers et les dommages qui lui sont attribuables est influencé par les conditions météorologiques printanières. Les modèles de prévision déterminent efficacement si la migration dans les vergers perdurera et à quel moment les pulvérisations supplémentaires devraient être faites pour protéger la culture. De chercheurs de la Cornell University ont mis au point un modèle de prévision des activités de ponte qui sert à déterminer à partir de quel moment après le calice les pulvérisations ne sont plus nécessaires pour protéger les fruits des

dommages causés par le charançon de la prune. Ce modèle repose sur l'hypothèse qu'après le stade calice, la présence de résidus d'insecticides doit être maintenue sur les feuilles et les fruits jusqu'au moment où environ 40 % de la ponte est terminée. Le modèle situe ce moment à 154 DJC (temp. de base de 10 °C) après le calice.

La stratégie mise de l'avant pour utiliser le modèle des degrés-jours consiste à traiter le verger par une pulvérisation de couverture au stade calice à l'aide d'un insecticide à large spectre. Commencer à calculer l'accumulation des DJC après le calice (en utilisant comme temp. de base 10 °C). Il n'est pas nécessaire de faire de pulvérisations supplémentaires contre le charançon de la prune quand l'accumulation de 154 DJC arrive à moins de dix à quatorze jours suivant une pulvérisation.

Tordeuse orientale du pêcher

La tordeuse orientale du pêcher, *Grapholita molesta* (Busck), un ennemi redoutable des arbres fruitiers, a été introduite en Amérique du Nord sur du matériel de pépinière infesté vers le début du XXe siècle. L'éventail d'hôtes comprend tant les fruits à noyau (pêches, prunes, abricots et parfois cerises) que les fruits à pépins (pommes et poires). Auparavant, dans la plupart des régions de l'Ontario et du nord-est des États-Unis, cet ennemi n'avait une incidence économique que pour les fruits à noyau et les poires. Toutefois, à la fin des années 1990, les pomiculteurs ont commencé à subir de lourdes pertes de récolte attribuables aux infestations des pommes par les larves. Ces foyers récents s'expliquent probablement en partie par l'apparition d'une résistance aux insecticides organophosphorés, l'utilisation d'insecticides à spectre étroit ou à risque réduit dirigés contre des ennemis spécifiques, et à des différences de sensibilité et de taux de survie selon la plante hôte. Quelles que soient les raisons, il reste que la tordeuse orientale du pêcher est maintenant considérée comme un ennemi à incidence économique du pommier.

Description

Les œufs, pondus un à un, font penser à de petites cochenilles blanches, plates et semi-transparentes de 0,5 à 0,7 mm de diamètre. Les larves nouvellement écloses font 1,5 mm de long, ont la tête noire et le corps blanc. Les larves à maturité atteignent 9-13 mm de longueur. Leur capsule céphalique est brune et leur corps est de couleur crème tirant sur le rose (figure 4-81). Les larves de la tordeuse orientale du pêcher ressemblent beaucoup à celles du carpocapse de la pomme ainsi qu'à celles du petit carpocapse de la pomme, une espèce étroitement apparentée qui constitue un ravageur occasionnel des pommiers en Ontario. On parvient à distinguer les larves du carpocapse de la pomme de celles de la tordeuse orientale du pêcher en observant de près le dernier segment abdominal. Les larves de la tordeuse orientale du pêcher possèdent un petit appendice terminal foncé qui a la forme d'un peigne, d'où le nom de « peigne anal », qu'on peut observer avec une loupe de bonne qualité, ou au microscope si la larve est très petite (figure 4-82). Les larves du carpocapse de la pomme sont dépourvues de ce peigne anal. La larve du petit carpocapse de la pomme possède aussi un peigne anal, ce qui la rend difficile à différencier de celle de la tordeuse orientale du pêcher.

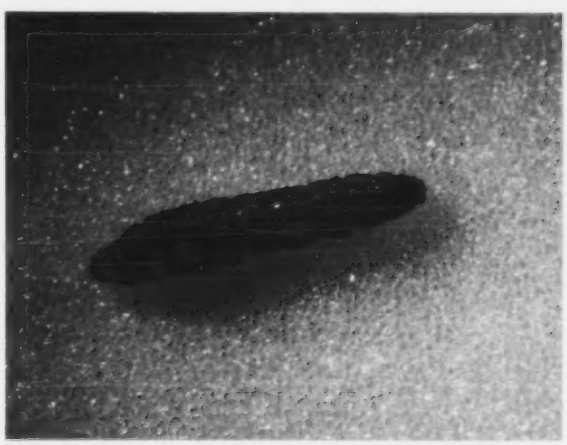


Figure 4-81. Larve de la tordeuse orientale du pêcher.

Figure 4-82. Peigne anal (appendice terminal foncé) présent chez les larves de la tordeuse orientale du pêcher.

Les adultes de la tordeuse orientale du pêcher sont de petits papillons nocturnes gris-brun (d'environ 6-7 mm) qui portent des marques alaires argentées en forme d'écailles (figure 4-83) et dont le revers des ailes antérieures est de couleur claire. Ils sont beaucoup plus petits que les adultes du carpocapse de la pomme et ne présentent pas la zone bronze caractéristique de ces derniers à l'extrémité des ailes. Des adultes du petit carpocapse de la pomme se retrouvent parfois dans les pièges à phéromones destinés aux tordeuses orientales du pêcher. Leur capture est faite habituellement avant celle des adultes de la première génération de tordeuses orientales du pêcher. Bien que semblables aux adultes de la tordeuse orientale du pêcher, les petits carpocapses de la pomme s'en distinguent toutefois par leurs ailes à la teinte cuivrée et aux reflets métalliques qui présentent d'étroites bandes bleu pâle.

Il est de toute première importance de bien identifier l'ennemi en présence, car chacun des ravageurs a son propre cycle biologique et les stratégies à mettre de l'avant pour combattre le carpocapse de la pomme et la tordeuse orientale du pêcher sont différentes. En cas de doute, cueillir et conserver un fruit infesté pour le faire examiner par un consultant ou un entomologiste compétent. Les larves de la tordeuse orientale du pêcher peuvent aussi être confondues avec d'autres larves se nourrissant de la chair des pommes, dont celles de la pyrale du maïs et celles du charançon de la prune.

Figure 4-83. Adulte de la tordeuse orientale du pêcher.

Cycle biologique

On compte chaque année trois générations de tordeuses orientales du pêcher en Ontario. Une quatrième génération partielle peut apparaître certaines années, ce qui prolonge parfois jusqu'en octobre les vols des adultes et l'activité de ponte. Après l'éclosion des œufs de cette génération, les larves pénètrent dans les fruits avant la cueillette. Comme ces larves sont très petites, les dommages qu'elles causent en fin de saison sont difficiles à déceler. Il arrive que des pommes infestées passent inaperçues même à l'étape du conditionnement (figure 4-84).

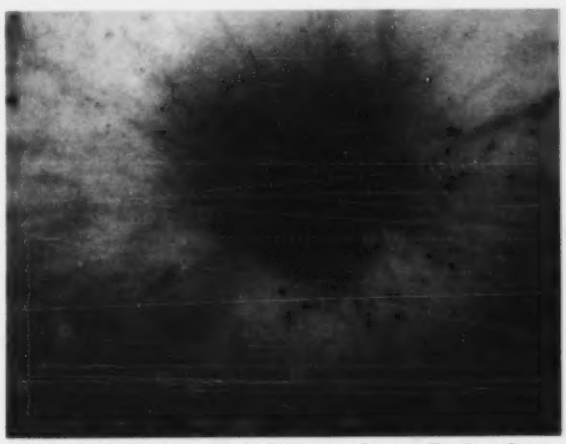


Figure 4-84. Lésions sur le fruit causées en fin de saison.

L'insecte hiverne à l'état de larve du quatrième ou du cinquième stade larvaire, à l'intérieur d'un cocon tissé sous les écailles de l'écorce, dans les anfractuosités et autres zones protégées de l'arbre,

ou au sol. La pupaison s'amorce au printemps et débouche sur l'envol des adultes fin avril début mai. Le nombre d'adultes hivernants capturés dans les pièges à phéromones est plus grand dans les vergers de pommiers que dans les vergers de pêchers avoisinants. Cette situation peut s'expliquer par une activité de ponte plus grande sur les pommes et par un taux de survie plus élevé des larves des dernières générations l'automne précédent. Une fois fécondées, les femelles pondent jusqu'à 200 œufs. Dans le modèle de degrés-jours établi pour la tordeuse orientale du pêcher, la température de base est fixée à 7,2 °C et l'accumulation de DJC nécessaire pour que cette tordeuse passe du stade d'œuf à celui d'adulte (durée d'une génération) est de 550 (temp. de base 7,2 °C). La croissance se fait plus lentement dans les pommes que dans les pêches. Les adultes ont un vol puissant.

Dommages

Les larves de tordeuses orientales du pêcher de première génération s'attaquent à la fois aux pousses des pommiers et aux jeunes fruits en croissance, et provoquent par conséquent des dommages directs et indirects. Comme les larves qui se nourrissent des pousses ne provoquent pas chez le pommier le flétrissement caractéristique observé sur les pousses des pêchers, les dommages risquent de passer inaperçus lors de l'examen des pousses terminales. Les pousses terminales des pommiers qui subissent les attaques de la tordeuse orientale du pêcher paraissent quelque peu desséchées, sont légèrement retombantes et finissent par brunir au fur et à mesure que les tissus se nécrosent (figure 4-85). L'examen des pousses atteintes permet souvent d'apercevoir un petit orifice d'entrée et des excréments d'insectes (figure 4-86). Les larves pénètrent par le côté de la pousse, un pétiole ou le long de la nervure principale d'une feuille. Selon les recherches effectuées, la plupart des larves présentes sur les pommiers ne s'attaquent qu'à une seule pousse, tandis que sur les pêchers, elles peuvent s'attaquer à de nombreuses pousses. Les dommages aux pousses sont essentiellement attribuables aux larves de première et de deuxième générations, dont la présence coïncide avec des pousses encore relativement succulentes.

Figure 4-85. Flétrissement des pousses.

Figure 4-86. Excréments laissés par une larve à la surface d'une pousse.

Toutes les générations de la tordeuse orientale du pêcher s'attaquent aux fruits. Selon des recherches menées aux États-Unis et des observations sur le terrain recueillies en Ontario, les femelles de tordeuses orientales du pêcher préféreraient pondre leurs œufs sur certains cultivars plutôt que d'autres, ces préférences pouvant changer au cours de la saison de croissance. Les femelles semblent très attirées par les fruits déjà attaqués par d'autres insectes foreurs. Quand les larves éclosent, elles pénètrent dans le fruit par la cuvette oculaire ou la cuvette pédonculaire. Dans le cas des pommes, les larves ressortent souvent du fruit par le trou qu'elles ont fait pour y entrer. Selon les recherches effectuées, très peu de larves de tordeuses orientales du pêcher pénétreraient dans le fruit par le côté du fruit (contrairement au carpocapse de la pomme). La

plupart des larves pénètrent dans le fruit quelques heures seulement après l'éclosion, d'où l'importance de bien choisir le moment des traitements insecticides et de veiller à un bon recouvrement de la culture. Les pommes infestées se reconnaissent à la présence des excréments laissés par les larves à la surface du fruit et au fait que les fruits prennent leur couleur prématurément (figure 4-87). Pour le reste, les dégâts causés par l'alimentation des larves sont pour la plupart cachés dans le fruit. Par comparaison, la larve du petit carpocapse de la pomme dévore la chair tout juste sous la peau du fruit (figure 4-88).

Figure 4-87. Partie visible des dommages causés par la larve.

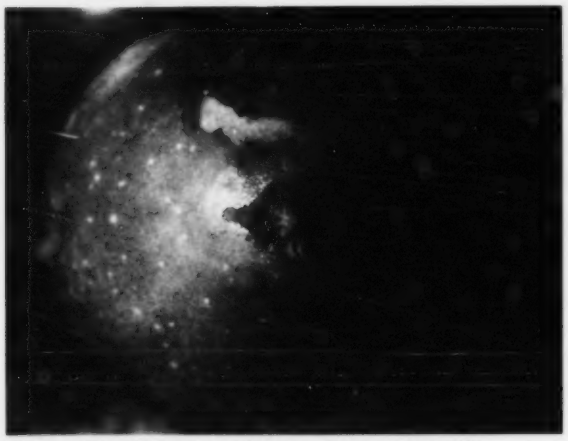


Figure 4-88. Lésion causée par une larve du petit carpocapse de la pomme.

Une fois les larves sorties du fruit, il est possible d'examiner celui-ci pour observer les dommages causés. Les larves de la tordeuse orientale du pêcher creusent généralement des galeries à l'intérieur de la chair (figure 4-89) en évitant les pépins, tandis que les larves du carpocapse de la pomme se dirigent directement vers la loge carpellaire où elles commencent à se nourrir des pépins.

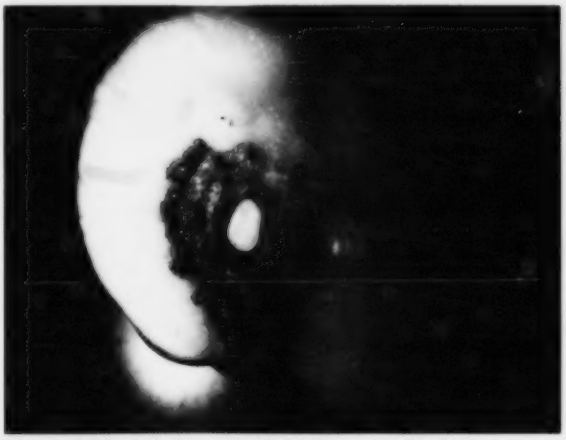


Figure 4-89. Galerie caractéristique creusée par la tordeuse orientale du pêcher.

Surveillance et seuils d'intervention

Utiliser des pièges à phéromones pour surveiller l'activité des adultes de tordeuses orientales du pêcher et déterminer le moment où faire des applications d'insecticides. Placer les pièges dans le verger avant le moment prévu du premier envol au printemps. Remplacer les pièges qui se détériorent par suite des intempéries et suivre les recommandations du fabricant au sujet du remplacement des appâts phéromonaux (habituellement à la fin de l'envol des adultes de chaque génération). Laisser les pièges dans le verger jusqu'à la fin de la cueillette. Pour obtenir une idée juste de l'activité dans le verger, il est recommandé d'installer au moins cinq pièges par unité de surface de 4 hectares. La hauteur des pièges destinés à la capture des tordeuses orientales du pêcher a peu d'importance. Veiller toutefois à ce que les ouvertures ne soient pas obstruées par du feuillage. Placer un piège sur le pourtour du verger et le reste des pièges à intervalles de 40 m le long d'une rangée à l'intérieur du verger. Utiliser des pièges à phéromones sentinelles dans des

blocs où la technique de la confusion des mâles est utilisée pour combattre la tordeuse orientale du pêcher. Si cette technique fonctionne bien, il ne devrait y avoir que très peu de captures de tordeuses orientales du pêcher dans ces pièges, sinon aucune. Ces pièges sentinelles sont un moyen de constater l'efficacité de la technique de la confusion des mâles.

Pendant les périodes d'activité, surveiller les pièges deux fois par semaine, toujours les mêmes journées (p. ex. tous les lundis et jeudis). Retirer toutes les tordeuses et en consigner le nombre. Le moment précis où faire les traitements insecticides varie selon le stade de l'insecte, le mode d'action de l'insecticide et sa rémanence. Les données sur les captures dans les pièges à phéromones sont précieuses pour la lutte contre la tordeuse orientale du pêcher à l'aide d'insecticides ou de la technique de la confusion des mâles.

Les fluctuations de températures au printemps influencent les captures dans les pièges. De la même façon qu'il existe une température de base sous laquelle les larves ne se développent pas, une température minimale est nécessaire aux activités (vol, reproduction et ponte) des insectes. Durant les périodes de nuits fraîches, tôt dans la saison de croissance, il se peut que les adultes de la tordeuse orientale du pêcher ne soient pas actifs dans le verger. Quand les températures s'adoucissent, les vols reprennent. On aura l'impression qu'il s'agit du début de l'envol de la deuxième génération, alors qu'en réalité, cette activité correspond à un pic interrompu, ou bimodal, de la génération hivernante. Un pic bimodal se produit souvent en présence de la génération suivante. Les pièges à phéromones donnent de l'information sur l'activité de l'insecte, tandis que les modèles des degrés-jours permettent de déterminer à quel moment les individus de la génération suivante prendront leur envol. Les données sur les captures dans les pièges à phéromones et le nombre de degrés-jours accumulés fournissent de l'information complémentaire utile à la lutte contre la tordeuse orientale du pêcher. Pour passer d'œuf à adulte, la tordeuse orientale du pêcher a besoin de 550 DJC (temp. de base de 7,2 °C). Cette information peut aider à déterminer si les adultes observés en vol font partie de la première génération ou de la deuxième.

Lutte

La larve pénètre dans le fruit dans les vingt-quatre heures suivant l'éclosion, ce qui laisse peu de temps pour faire les applications d'insecticides. Les bonnes doses et un bon recouvrement sont indispensables dans la lutte chimique contre la tordeuse orientale du pêcher.

Dans les vergers où la tordeuse orientale du pêcher a déjà sévi, si l'on utilise des insecticides classiques dirigés contre les larves nouvellement écloses, il est d'usage de faire le traitement de trois à six jours après le pic d'intensité des vols révélé par les captures dans les pièges à phéromones. Dans le cas des produits plus récents, il vaut mieux devancer le moment des traitements si l'on veut obtenir des résultats optimaux.

Dans d'autres régions, on utilise des seuils d'intervention basés sur le nombre de tordeuses capturées par piège à phéromones par semaine, mais ces seuils n'ont pas été validés pour l'Ontario. Les producteurs de pêches utilisent un modèle phénologique qui prévoit le moment de l'apparition des divers stades (de l'œuf à l'adulte) de la tordeuse orientale du pêcher en fonction des degrés-jours nécessaires à chaque génération. Ils utilisent aussi un modèle de degrés-jours permettant de prévoir le pourcentage d'éclosion des œufs. Ces modèles donnent aussi de bons résultats dans plusieurs régions pomicoles lorsqu'ils sont utilisés dans le cadre de programmes de lutte intégrée contre les ennemis du pommier, pour déterminer le moment propice aux pulvérisations d'insecticides. Afin d'appliquer au bon moment les produits à risque réduit apparus sur le marché ces dernières années, il faut dans bien des cas recourir aux modèles prévoyant l'éclosion des œufs et aux pièges à phéromones. De légères variations dans le développement des larves, attribuables à l'hôte (pomme plutôt que pêche), au cultivar et aux tissus dont les larves se nourrissent (pousse ou fruit) contribuent au chevauchement des générations en fin de saison, ce qui peut réduire l'exactitude des modèles de prévision quand ils servent à déterminer l'apparition de la deuxième génération et des générations subséquentes. En général, le cycle biologique de la tordeuse orientale du pêcher nécessite 20-60 DJC (temp. de base 7,2 °C) de plus sur les

pommiers que sur les pêchers et ce, pour chacune des générations allant de la deuxième à la quatrième. Il en résulte des variations entre les deux cultures dans le moment de l'apparition des vols d'adultes. Les modèles de degrés-jours fournissent de l'information importante pour la prévision du moment des applications d'insecticides, mais ils ne sauraient se substituer à la surveillance des activités des insectes à l'aide de pièges à phéromones et d'opérations de dépistage des dommages sur le terrain.

Lorsqu'on utilise le modèle applicable à la tordeuse orientale du pêcher (adapté aux pommiers), on doit commencer à compter les degrés-jours (temp. de base de 7,2 °C) à partir du repère biologique que constitue la première capture substantielle de la génération hivernante dans les pièges à phéromones disposés dans les vergers de pommiers. On continue de calculer les degrés-jours pendant le reste de la saison. Le moment des applications d'insecticides varie selon les produits utilisés. Dans le cas des produits qui sont dirigés contre les larves nouvellement écloses, le traitement doit se faire à environ 194-208 DJC pour lutter contre la première génération, 805-833 DJC pour lutter contre la deuxième génération, 1361-1389 DJC dans le cas du premier traitement contre la troisième génération, et 1611-1667 DJC dans le cas du second traitement contre la troisième génération (au besoin). Selon la rémanence des produits, on peut avoir à répéter le traitement si les vols se prolongent. Dans le cas de produits appliqués avant la ponte des œufs (lorsque les résidus doivent être sous les œufs), il faut devancer les traitements destinés à chacune des générations d'au moins 100 DJC. Dans les cas produits appliqués avant l'éclosion des œufs (lorsque les résidus doivent recouvrir les œufs ou si le traitement est fonction de l'éclosion des premiers œufs), il faut devancer les traitements destinés à chacune des générations de 50-80 DJC. Surveiller l'envol des adultes de chaque génération, vérifier la rémanence de chaque produit et traiter à nouveau, au besoin.

Lors de l'utilisation d'insecticides, considérer chaque génération comme une entité distincte. Utiliser des produits appartenant à un seul groupe chimique pour lutter contre une génération donnée d'un ennemi. Si la sortie des adultes et/ou l'activité attribuable à une génération en particulier se prolonge (en raison, par exemple, d'un pic bimodal), faire un second traitement à l'aide du même produit. De cette façon, chaque génération est exposée à un seul groupe chimique. Passer à un produit appartenant à un autre groupe pour lutter contre chacune des générations subséquentes.

Le technique de la confusion des mâles de la tordeuse orientale du pêcher constitue une solution de rechange très efficace à l'emploi d'insecticides. La technologie est facile à adapter aux programmes de lutte intégrée et permet de protéger les vergers de pommiers contre les attaques de ce ravageur pendant toute la saison de croissance, selon le produit utilisé, sans nécessiter le recours aux pulvérisations d'insecticides. Installer les diffuseurs de phéromones dans tout le verger avant l'envol des adultes. Pour de l'information sur l'espacement des diffuseurs, voir l'annexe Q, *Nombre de pommiers par hectare en fonction de différents espacements*, p. 277. La technique de la confusion des mâles est un moyen clé de prévenir ou de retarder l'apparition d'une résistance aux insecticides; elle convient surtout aux programmes de lutte contre la tordeuse orientale du pêcher mis en œuvre à la grandeur du verger.

Pour plus d'information, consulter les fiches techniques du MAAARO n° 03-080, *La confusion des mâles comme moyen de lutte contre les insectes ravageurs*, et n° 04-030, *Confusion des mâles de tordeuse orientale du pêcher dans les fruits à noyaux et à pépins*.

Évaluer l'efficacité des produits contre chacune des générations afin de déterminer l'efficacité du programme de lutte. Évaluer les dommages causés aux pousses et aux fruits par la première génération, puis évaluer les dommages causés aux fruits par les générations subséquentes. Si les dommages atteignent un niveau inacceptable, revoir le programme de lutte et apporter les ajustements nécessaires.

Carpocapse de la pomme

Le carpocapse de la pomme, *Cydia pomonella* (Linnaeus) a été introduit en Amérique du Nord en provenance d'Eurasie. Il s'agit d'un ennemi important des pommiers dans le monde entier. Il a également pour hôtes en Amérique du Nord, le poirier, le cognassier (*Cydonia oblonga* Mill), l'aubépine (*Crataegus* spp.), le pommetier (*Malus* spp.) et le noyer (*Juglans* spp.). Les adultes du carpocapse de la pomme s'envolent vers les vergers de pommiers en provenance de vergers abandonnés voisins ou d'hôtes peuplant les boisés des alentours (pommiers, cognassiers, aubépines et pommetiers). Dans certaines régions, les adultes hivernent dans les vergers.

Description

Les œufs du carpocapse de la pomme ont 1-2 mm de diamètre, sont aplatis, elliptiques et presque transparents. Comme ils sont petits, on les perçoit rarement sur le fruit. Les larves nouvellement écloses font environ 2-3 mm de longueur, sont blanc crème et ont une capsule céphalique noire. Les larves à maturité mesurent environ 12-20 mm de longueur, sont crème ou roses et ont une capsule céphalique brune ou noire (figure 4-90). Il y a cinq stades larvaires. Les larves du carpocapse de la pomme se distinguent de celles de la tordeuse orientale du pêcher et du petit carpocapse de la pomme, qui se nourrissent également de la chair du fruit, par l'absence chez elles du peigne anal. Les pupes sont brunes et longues de 10-12 mm. L'adulte mesure environ 9-12 mm de longueur. L'envergure de ses ailes est de 19 mm. Il est brun-gris et possède des bandes en alternance grises et blanches. L'extrémité de ses ailes antérieures est de couleur bronze (figure 4-91). Les adultes sont surtout actifs à la tombée de la nuit. En Ontario, on compte deux générations de carpocapses de la pomme par année, sauf dans les régions les plus froides (près de la baie Georgienne), où on ne compte qu'une seule génération.

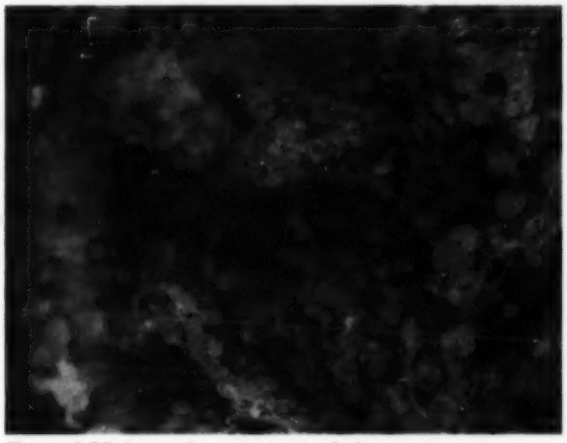


Figure 4-90. Larve du carpocapse de la pomme *(Alex Molnar, Agriculture et Agroalimentaire Canada, London).*

Figure 4-91. Adulte du carpocapse de la pomme.

Cycle biologique

Le carpocapse de la pomme hiverne à l'état de larve du dernier stade larvaire dans des cocons de soie tissés sous les morceaux d'écorce lâches sur le tronc et les branches des pommiers. On trouve aussi des cocons dans les débris de feuilles au pied des pommiers, dans des tas de bois, des broussailles, sur des poteaux et parfois dans le paillis. Des études récentes indiquent que les larves hivernent dans des cellules de stockage et sur les parois des bâtiments adjacents aux vergers, notamment sur celles des remises servant au conditionnement. Entre le milieu et la fin d'avril, les larves se transforment en pupes à l'intérieur des cocons. Le premier adulte fait habituellement son apparition vers le moment de la floraison, mais ce n'est

que quatre à cinq jours après l'apparition du premier adulte que se produit le pic d'envols des adultes. La sortie des adultes est étroitement liée aux conditions météorologiques. Des températures fraîches retardent leur apparition de dix à douze jours. Des températures élevées les font apparaître plus tôt au printemps, ce qui les amène à pondre davantage d'œufs. Les adultes d'une première génération tardive peuvent n'apparaître dans les vergers que six à sept semaines après le stade calice. Dans certaines régions (États de la Californie et de Washington), on signale des vols tardifs (un double pic) dans le cas des adultes de la première génération. On ne sait trop comment expliquer ce phénomène, mais il pourrait être lié à la sélection qui s'opère avec le temps au sein des populations de carpocapses de la pomme au fur et à mesure que des individus échappent aux traitements insecticides.

Après l'accouplement, les femelles peuvent pondre jusqu'à cent œufs. Les œufs sont pondus un à un sur les fruits ou les feuilles. Ils éclosent en six à quatorze jours selon les températures. Les larves migrent ensuite vers les fruits où elles s'accrochent et s'insinuent dans le fruit. Une fois à l'abri à l'intérieur de la pomme, elles s'en nourrissent pendant environ trois semaines, puis délaissent le fruit à la recherche d'un site où amorcer leur pupaison (sur le tronc ou une grosse branche du pommier). La pupaison dure généralement de quatorze à vingt et un jours. La pupaison de certaines larves ne s'effectue pas à la même période, celles-ci restant au stade larvaire jusqu'à l'année suivante. Les adultes de la deuxième génération commencent à apparaître dans les vergers dès le mois de juillet. Les femelles pondent leurs œufs pendant deux mois et les larves à maturité de la deuxième génération commencent à sortir des pommes vers la mi-août jusqu'à ce que les pommes soient retirées du verger ou que les températures s'abaissent. Dans certaines régions (Michigan), des températures particulièrement élevées durant l'été donnent une troisième génération partielle qui, en l'absence d'interventions phytosanitaires, se traduit par la présence de larves à l'intérieur des pommes au moment de la cueillette. Il s'agit d'une « génération sacrifiée », car les larves n'ont pas le temps de compléter leur développement avant l'arrivée de l'hiver.

Dommages

Les larves endommagent les fruits :

- en laissant des piqûres sur la peau à l'endroit où elles ont pénétré dans le fruit (figure 4-92);
- en creusant des galeries dans le fruit et en se nourrissant de la chair et des pépins, ce qui amène une grave détérioration des tissus internes (figure 4-93).

Figure 4-92. Piqûres ***(Ian Scott, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada, London).***

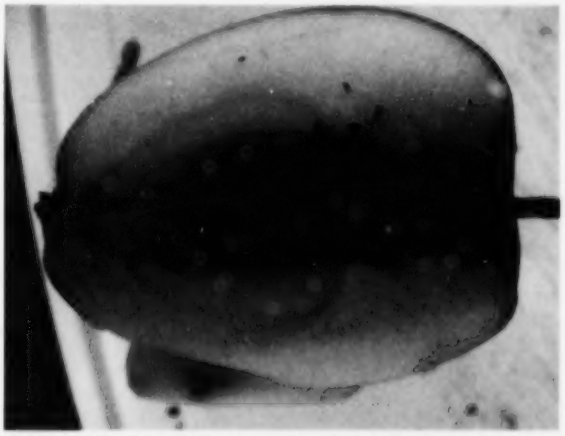


Figure 4-93. Dommages causés par les larves se nourrissant de pépins.

Les fruits dans lesquels les larves ont creusé passablement de galeries avortent avant la cueillette, tandis que ceux qui n'ont subi que des dommages superficiels peuvent rester sur la branche jusqu'à la cueillette. Les dommages causés par les larves peuvent amener une dégradation interne des fruits qui provoque souvent la chute prématurée des pommes. Le trou de sortie par lequel la larve ressort est souvent obstrué par des excréments. On trouve des trous de sortie sur les côtés ou en dessous du fruit (figures 4-94 et 4-95). Les dommages causés aux fruits par la tordeuse orientale du pêcher et le carpocapse de la pomme sont semblables, mais les larves du carpocapse de la pomme se nourrissent habituellement des pépins, tandis que celles de la tordeuse orientale du pêcher ne se nourrissent que de la chair. Sans intervention, une infestation par le carpocapse de la pomme peut entraîner des pertes de l'ordre de 50 à 90 % de la récolte. L'apparition des dommages se produit entre la fin juin et le mois d'août dans le cas de ceux qui sont attribuables à la première génération, et entre la fin d'août et le mois d'octobre dans le cas de ceux qui sont causés par la deuxième génération. Les larves de la deuxième génération sont considérées comme étant celles qui causent les dommages les plus lourds.

Figure 4-94. Dommages sur le côté d'une pomme.

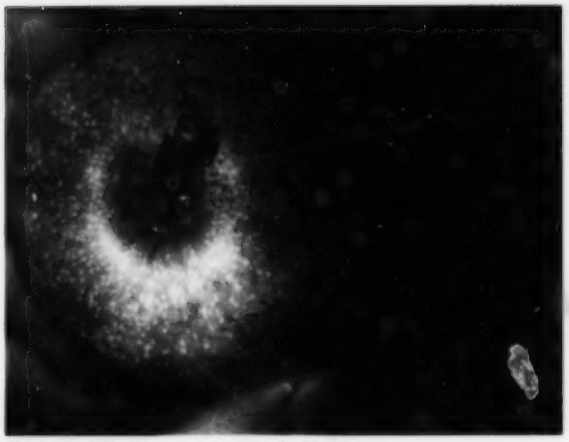


Figure 4-95. Dommages sur le calice.

Surveillance et seuils d'intervention

Avant la floraison, installer dans chaque verger, les pièges biconiques à carpocapse de la pomme (quatre pièges dans chaque bloc de 4 hectares) appâtés avec un leurre phéromonal, afin de déterminer le moment du repère biologique. Une bonne disposition des pièges est indispensable à la surveillance des populations de carpocapses de la pomme. Placer les pièges au milieu de la frondaison si la technique de la confusion des mâles est pratiquée dans le verger, et dans le tiers supérieur de la frondaison là où cette technique n'est pas utilisée. Placer les pièges du côté nord du pommier, à 30-50 m de distance les uns des autres, dans la partie du verger la plus exposée aux ravageurs provenant des hôtes sauvages qui poussent dans les boisés ou vergers abandonnés ou négligés avoisinants. Enlever les feuilles et les branches dans un rayon de 30 cm autour de chaque piège. Remplacer les appâts et les pièges avant chaque nouvelle génération et les enlever du verger en septembre.

Surveiller les pièges à phéromones deux fois par semaine et consigner le nombre de captures de carpocapses mâles. Les captures ne sont pas nécessairement révélatrices des dommages qui peuvent être causés par l'insecte. Les pièges servent à déterminer le moment du premier vol substantiel de carpocapses, une donnée qui, utilisée conjointement avec un modèle de degrés-jours, sert à prévoir le moment de l'éclosion des œufs et celui des pulvérisations d'insecticides dirigées contre les

larves. Même si les consultants régionaux fournissent de l'information utile sur le moment où cet ennemi fait son apparition dans la région, rien ne vaut les données fournies par les pièges installés dans le verger même, étant donné que l'apparition d'un ennemi et la pression qu'il exerce varient d'un verger à l'autre.

Lutte

Peu de méthodes de lutte culturale ou biologique contribuent à maîtriser le carpocapse de la pomme. Des prédateurs, comme les carabes (*Carabidae*), les fourmis et les grillons, ainsi que des guêpes parasites s'attaquent aux larves au moment où elles quittent le fruit en direction des troncs, mais ils n'offrent pas une protection acceptable sur le plan économique.

Dans certaines parties des États-Unis, on utilise depuis peu la technique de la confusion des mâles conjointement avec les insecticides pour lutter contre le carpocapse de la pomme. Il n'est pas recommandé aux producteurs du nord-est des États-Unis ni du Canada de recourir uniquement à la technique de la confusion des mâles pour maîtriser les carpocapses de la pomme, car cette technique est moins efficace contre eux que contre d'autres insectes comme la tordeuse orientale du pêcher. La technique de la confusion des mâles donne par ailleurs de meilleurs résultats dans les grands vergers uniformes qui sont relativement carrés. Elle ne convient pas aux vergers de moins de 4 hectares. Plus le bloc de vergers contigus est vaste, meilleurs seront les résultats obtenus avec cette technique. Au Michigan, la technique a donné d'excellents résultats lorsqu'elle a été employée à la grandeur de la ferme et combinée à des insecticides ou au virus à granules. Son efficacité diminue toutefois en présence d'un grand nombre de femelles fécondées qui envahissent le verger en provenance de vergers avoisinants ou de pommiers abandonnés.

La lutte contre le carpocapse de la pomme passe obligatoirement par une bonne surveillance et des pulvérisations faites au bon moment. Si les insecticides sont appliqués trop tard, les larves auront eu le temps de pénétrer dans le fruit où elles se trouveront hors de portée des insecticides. Le modèle mis au point pour prévoir le moment des pulvérisations dirigées contre le carpocapse de la pomme est le suivant :

$$\text{DJC} = \frac{\text{temp. max. (°C)} + \text{temp. min. (°C)}}{2} - 10\ °\text{C}$$

Les degrés-jours commencent à s'accumuler à partir du repère biologique que constitue le premier vol substantiel d'adultes (voir le chapitre 1, p. 9). Les degrés-jours sont comptabilisés quotidiennement. Dans le cas des traitements insecticides dirigés contre les larves, le MAAARO recommande de faire la pulvérisation à 125 DJC (temp. de base de 10 °C) après le repère biologique. Appliquer les ovicides à 50 DJC (temp. de base de 10 °C) après le repère biologique. Pour lutter contre la deuxième génération de carpocapses de la pomme, faire un traitement larvicide à 600-625 DJC (temp. de base de 10 °C) après le repère biologique que constitue le vol des adultes de la première génération. Pour déterminer le moment optimal d'un traitement en particulier destiné à combattre le carpocapse de la pomme, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Jusqu'à récemment, on se servait surtout des organophosphorés pour combattre le carpocapse de la pomme. Il existe maintenant des solutions de rechange grâce à l'homologation, ces dernières années au Canada, de plusieurs produits, dont des régulateurs de la croissance des insectes et des néonicotinoïdes. Certains de ces produits ne sont toutefois d'aucun secours contre la mouche de la pomme, souvent présente dans les vergers en même temps que la deuxième génération du carpocapse de la pomme. Consulter la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières,* pour en savoir plus long sur les façons de combattre ces deux ravageurs.

Des recherches montrent que des populations de carpocapses de la pomme, notamment dans les États de Washington, de l'Oregon et du Michigan, ont développé une résistance aux organophosphorés (Guthion, Imidan, Zolone). Selon les recherches préliminaires menées par

Agriculture et Agroalimentaire Canada, la résistance aux organophosphorés s'est également manifestée dans certains vergers de pommiers de l'Ontario. Afin d'éviter l'apparition d'une résistance, toujours employer un produit appartenant à un groupe chimique différent lorsque le traitement vise une nouvelle génération. Utiliser un produit appartenant à un groupe chimique donné pour combattre la première génération du carpocapse de la pomme (p. ex. un régulateur de croissance des insectes) et un produit appartenant à un groupe chimique différent (p. ex. un néonicotinoïde) pour lutter contre la deuxième génération. Ne pas changer de groupe chimique avant d'avoir affaire à une nouvelle génération.

Des recherches menées en Ontario montrent qu'un programme de pulvérisations effectuées principalement sur le pourtour du verger donne de très bons résultats contre le carpocapse de la pomme. Il s'agit dans un premier temps de faire une pulvérisation de couverture avec un insecticide à base d'organophosphorés pour éradiquer les carpocapses de la pommes résidant dans les vergers. Par la suite, il suffit de limiter les pulvérisations d'organophosphorés sur une bande de 20 m constituée de quatre rangées périmétriques de pommiers pour maîtriser leurs congénères qui migrent vers le verger. On ne connaît pas encore l'efficacité des nouveaux produits (p. ex. les néonicotinoïdes et les régulateurs de croissance des insectes) lorsqu'ils sont employés uniquement sur les pourtours des vergers, ce qui explique que l'emploi de ces produits pour ce type de pulvérisation n'est pas recommandé pour le moment. Si l'on décèle des dommages au cours d'une opération de dépistage, on doit revenir à un programme de pulvérisations de couverture. Ne mettre en place un programme de pulvérisations périmétriques que dans les vergers : d'une superficie supérieure à 4 ha, de forme carrée ou rectangulaire, sans antécédents d'infestations par le carpocapse de la pomme ni la mouche de la pomme; situés loin de vergers abandonnés; et où aucune résistance aux organophosphorés n'est apparue chez les populations de carpocapses de la pomme. En limitant les pulvérisations aux pourtours des vergers, on réduit considérablement la quantité d'insecticides utilisés, ce qui est avantageux tant d'un point de vue environnemental que d'un point de vue économique. De plus, ces programmes de pulvérisations sont considérés comme étant moins nocifs pour les insectes utiles et peuvent par conséquent accroître l'efficacité des auxiliaires de lutte biologique.

Au moment de la cueillette, ou juste avant celle-ci, parcourir le verger pour évaluer avec soin les dommages causés aux fruits. Si une année, les lésions observées sont nombreuses, revenir l'année suivante à des pulvérisations de couverture pendant la période estivale, puis réévaluer la situation pour déterminer si le problème a été corrigé et s'il est possible de revenir à des pulvérisations périmétriques.

Tordeuse à bandes obliques

La tordeuse à bandes obliques, *Choristoneura roseceana* (Harris), un papillon de nuit de la famille des tortricidés, est présente dans les régions pomicoles partout en Amérique du Nord. Jadis considérée comme un ravageur de peu d'importance, cet insecte est devenu un ennemi redoutable des pommiers en Ontario depuis l'apparition dans la plupart des vergers commerciaux, d'une résistance aux insecticides organophosphorés. Certaines populations de tordeuses à bandes obliques afficheraient également une résistance croisée à des pyréthrinoïdes ainsi qu'à des régulateurs de la croissance des insectes.

La tordeuse à bandes obliques possède un éventail extrêmement vaste d'hôtes. Elle se nourrit de toutes les espèces d'arbres fruitiers, de feuillus (p. ex. érable, aubépine et pommetier), du cornouiller à grappes et de ronces (p. ex. framboisiers et mûriers).

Description

Les œufs sont pondus sur le dessus des feuilles par plaques (7-14 mm) qui peuvent contenir plusieurs centaines d'œufs et font penser à des petites cochenilles empilées les unes sur les autres (figure 4-96).

Figure 4-96. Masse d'œufs pondus sur le dessus de la feuille.

Les masses d'œufs vont du vert pâle au vert jaunâtre. Avant l'éclosion, le contenu des œufs noircit et l'on peut entrevoir la tête noire de la larve. Après l'éclosion, les masses d'œufs vidés de leur contenu restent souvent sur les feuilles et paraissent blanches contre le vert sombre des feuilles. Les larves passent par six stades larvaires, au terme desquels elles atteignent une longueur de 20-30 mm. Leur corps va du vert pâle au vert jaunâtre ou au vert foncé. Elles ont une capsule céphalique qui est habituellement brun foncé ou noire et possèdent un article de la même couleur juste derrière la tête (bouclier prothoracique). Souvent, une bande blanche ou crème sépare la capsule céphalique du bouclier prothoracique (figure 4-97).

Figure 4-97. Larve de la tordeuse à bandes obliques.

Les pupes, d'un brun rougeâtre sombre, se forment dans des endroits abrités, souvent à l'intérieur de l'étui formé par les feuilles enroulées par les larves (figure 4-98). Leur longueur varie de 11 à 14 mm.

Figure 4-98. Pupe de la tordeuse à bandes obliques.

La couleur de l'adulte varie de brun clair à brun foncé avec des bandes sombres sur les ailes antérieures (figure 4-99). Les femelles sont plus grosses et généralement plus foncées que les mâles. L'envergure des ailes chez les mâles et les femelles se situe respectivement dans les fourchettes de 16-22 mm et de 24-30 mm. Les femelles volent difficilement. Les individus des deux sexes sont surtout actifs à la tombée de la nuit.

Figure 4-99. Adulte de la tordeuse à bandes obliques.

Cycle biologique

La tordeuse à bandes obliques hiverne à l'état de larve du deuxième ou du troisième stades larvaires dans des *hibernacula* (cocons temporaires servant de gîte hivernal) sous l'écorce ou dans les fourches à la naissance des grosses branches. Au début du printemps (du prébouton rose à la floraison), une fois que les températures s'élèvent au-dessus de 10 °C, les larves s'activent et migrent vers les lambourdes et les boutons. Au fur et à mesure que les feuilles s'épanouissent, les larves se déplacent vers les pousses terminales où elles tissent des toiles qui provoquent la torsion des feuilles terminales. Il s'agit d'un mécanisme de défense, fruit d'une évolution qui protège les larves non seulement de leurs prédateurs, notamment des oiseaux, mais aussi des traitements insecticides. La pupaison se produit en général au début de juin à l'intérieur des feuilles ainsi tordues. L'émergence des adultes s'étale sur quatre à cinq semaines, de la fin juin jusqu'à la fin juillet. Le gros des activités de reproduction et de ponte s'effectue dans la partie supérieure de la frondaison, mais on peut également observer des masses d'œufs dans la partie basse du feuillage. Les larves nouvellement écloses (ou larves de la génération estivale) dispersent les masses d'œufs en rampant vers d'autres feuilles ou en se balançant suspendues à des soies. À la faveur des courants d'air, ces larves qui flottent au vent se dispersent vers les pommiers avoisinants. Elles commencent par se nourrir des feuilles qui se trouvent sur le point de croissance et autour de celui-ci. Dès le début juillet, quand les pousses terminales commencent à s'endurcir, les larves migrent vers les bouquets de fruits et se nourrissent des fruits et des feuilles adjacentes. Puis, vient la pupaison et, par la suite, l'apparition des adultes, entre le début d'août et le début de septembre. Les adultes s'accouplent et les femelles pondent leurs œufs. Les larves appartenant à cette génération sont actives pendant une bonne partie de septembre, puis entrent dans les *hibernacula* pour y hiverner. La tordeuse à bandes obliques produit deux générations par année.

Dommages

Les lésions causées en début de saison sur les boutons, les feuilles et les fleurs (par l'alimentation des larves du printemps) (figure 4-100) ont rarement une incidence économique.

Figure 4-100. Extrémité des pousses dévorées.

Les larves hivernantes se nourrissent également des jeunes fruits dans lesquels elles creusent des trous profonds (figure 4-101). Il n'est pas rare que ces fruits avortent au moment de la chute de juin. Les fruits qui restent sur la branche jusqu'à la cueillette portent de profondes marques de roussissure et des cicatrices liégeuses, qu'il est impossible de distinguer des lésions attribuables à d'autres chenilles actives au printemps, comme celle de la noctuelle des fruits verts.

Figure 4-101. Fruit portant les marques des déprédations causées au printemps.

Les dommages causés sur les pousses terminales au printemps ou durant l'été ne sont préoccupants que dans le cas des cultures de pépinière et dans le cas des jeunes plantations de pommiers non productifs. Les larves de la génération estivale se nourrissent à la surface des fruits, aux endroits où elles sont protégées par une feuille ou au point de contact entre deux pommes. Ces lésions peuvent être étendues et former une croûte au moment de la cueillette. Elles sont souvent entourées de zones claires à l'endroit où les feuilles étaient attachées (figure 4-102).

Figure 4-102. Lésions attribuables aux larves de la génération estivale.

Les dommages causés aux fruits en fin de saison sont attribuables aux jeunes larves hivernantes qui creusent un ou plusieurs petits trous circulaires à la surface du fruit. Les lésions ou piqûres faites en fin de saison passent souvent inaperçues à la cueillette, mais deviennent apparentes plus tard lorsque, durant l'entreposage, la chair entourant ces petits trous se détériore ou s'assèche (figure 4-103). Les lésions apparaissent le plus souvent sur les fruits qui sont regroupés en bouquets ou ceux qui sont restés en contact avec une feuille, des situations qui offrent aux larves d'excellents endroits où s'abriter.

Même si la tordeuse à bandes obliques s'attaque à tous les cultivars de pommiers, certains, comme les Gingergold, Paulared, Jerseymac et d'autres cultivars hâtifs, supportent davantage les infestations, peut-être parce que ces cultivars s'éclaircissent plus difficilement ou parce qu'ils possèdent des feuilles plus grosses.

Dans le cas des cultivars Red Delicious, McIntosh, Ida Red, Golden Delicious, Mutsu, Spartan et Cortland, jusqu'à 50 % des pommes peuvent être atteintes.

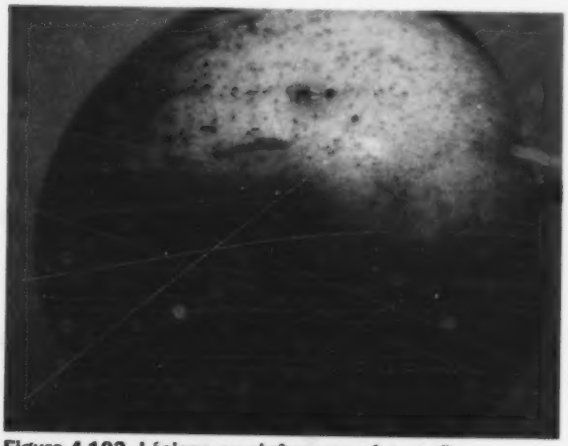


Figure 4-103. Lésions ou piqûres causées en fin de saison.

Surveillance et seuils d'intervention

Les techniques de surveillance de la tordeuse à bandes obliques varient selon la génération visée. Dans le cas des larves hivernantes présentes du prébouton rose au calice, vérifier 5 pousses terminales et 5 boutons sur chacun de 10 pommiers (50 pousses terminales et 50 boutons au total), à la recherche de signes de l'activité des chenilles. Un traitement insecticide est généralement recommandé quand le seuil de 1-2 larves est atteint après l'examen des 50 pousses et des 50 boutons. On applique alors un insecticide dirigé contre les larves hivernantes au moment où la plupart de celles-ci sont actives, soit au stade calice. On doit traiter les vergers ayant produit l'année précédente une récolte touchée à plus de 2 % par des lésions de la tordeuse.

Utiliser des pièges à phéromones et un modèle de degrés-jours pour prévoir le moment des traitements dirigés contre la génération estivale et faire suivre les traitements d'opérations de dépistage visant à surveiller l'activité des larves et les lésions aux fruits.

Après le calice, suspendre quatre pièges à phéromones dans chaque bloc de 10 hectares en laissant 30 m entre les pièges le long d'une rangée de pommiers. Trouver des endroits facilement accessibles où placer

les pièges dans les blocs de vergers ayant déjà subi des infestations de ce ravageur. Attacher les pièges aux grosses branches, à la hauteur des yeux, là où la circulation d'air est bonne. Vérifier les pièges deux fois par semaine et prendre note de toutes les captures.

Selon le modèle de degrés-jours applicable à la tordeuse à bandes obliques, les degrés-jours commencent à s'accumuler à partir du premier vol substantiel d'adultes dans les pièges. À l'aide des minimums et maximums enregistrés quotidiennement, on calcule les degrés-jours Celsius (DJC) en se servant de l'équation que voici :

$$\text{DJC} = \frac{\text{temp. max. (°C)} + \text{temp. min. (°C)}}{2} - 6{,}1\ °\text{C}$$

Les DJC sont comptabilisés chaque jour. À 244 DJC, les œufs de la première génération estivale commencent à éclore et à 433 DJC. 95 % des œufs ont déjà éclos. Les larves immatures sont très petites et difficiles à voir. Les larves se nourrissent d'abord des pousses terminales tendres, des pousses adventives et des fruits en croissance. À partir du troisième stade larvaire, elles causent davantage de dommages aux fruits. Surveiller l'apparition des larves en examinant 5 pousses et 5 fruits de chacun de 10 pommiers situés dans un bloc de 4 hectares, à la recherche de larves ou de lésions causées par celles-ci. Souvent, dans les vergers, les lésions sont plus faciles à voir que les larves.

Il est recommandé d'intervenir pour lutter contre la génération estivale dès que 1 à 2 % des pousses terminales ou des fruits sont infestés. Procéder à un nouvel échantillonnage trois à cinq jours plus tard pour s'assurer de ne pas avoir sous-estimé l'importance des populations. À partir d'une accumulation de 240-280 DJC, si de 1 à 2 % des pousses terminales ou des fruits sont infestés, un traitement insecticide est recommandé. Il peut arriver qu'il faille répéter le traitement les années où l'apparition des larves de la génération estivale se prolonge sur quatre à cinq semaines.

Lutte

Un certain nombre de guêpes parasites (*Ichneumonidae, Braconidae, Trichogrammidae*) et de mouches (*Tachinidae*) (figure 4-104) s'attaquent aux larves de la tordeuse à bandes obliques. Dans les vergers où l'on emploie des produits compatibles avec la lutte intégrée, ces parasitoïdes peuvent réduire temporairement les populations de tordeuses, sans toutefois offrir une maîtrise suffisante.

Plusieurs pratiques culturales permettent d'atténuer la gravité des sévices causés par la tordeuse à bandes obliques. Procéder diligemment à un éclaircissage manuel ou chimique afin de réduire les bouquets à un seul fruit et afin de priver ainsi les tordeuses de lieux abrités d'où elles peuvent s'attaquer aux fruits.

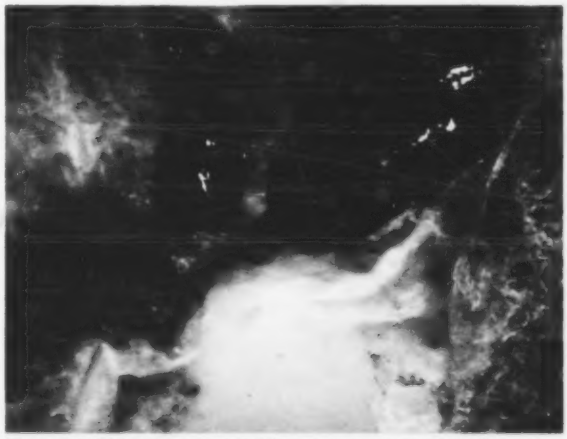


Figure 4-104. Larve parasitée et pupe de tachinidé.

Faire un élagage annuel afin d'ouvrir la frondaison et d'améliorer ainsi le recouvrement lors des pulvérisations. Éviter les apports excessifs d'azote afin de limiter la croissance luxuriante et la durée de la croissance végétative, de façon à ne pas attirer la tordeuse à bandes obliques.

Les producteurs ont à leur disposition de nombreux produits efficaces pour combattre les tordeuses à bandes obliques. Mettre en œuvre des programmes de gestion des résistances afin de garantir que les insecticides actuellement offerts restent efficaces à long terme. Au moment de recourir à la lutte chimique, n'utiliser qu'un seul insecticide contre une même génération. Si l'on emploie des insecticides pour combattre deux générations, s'assurer d'employer un produit appartenant à un groupe chimique différent quand le traitement est dirigé contre une nouvelle

génération. Pour plus d'information sur les stratégies de gestion des résistances et les produits offerts sur le marché pour lutter contre la tordeuse à bandes obliques, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Mouche de la pomme

La mouche de la pomme, *Rhagoletis pomonella* (Walsh) (*Diptera : Tephritidae*), est un insecte indigène à l'Amérique du Nord. Même si son hôte principal est l'aubépine, la mouche de la pomme a développé un goût pour plusieurs arbres fruitiers introduits, et particulièrement pour le pommier. La mouche de la pomme est un ravageur important des pommiers cultivés dans le nord-est de l'Amérique du Nord. Elle s'attaque aussi au prunier, au cerisier, au pêcher, au poirier, au pommetier, à l'aubépine et aux espèces ligneuses de la famille des rosacées (*Cotoneaster* spp.), sans toutefois avoir de répercussions économiques sur ces espèces. Les adultes ne résident habituellement pas dans les vergers commerciaux; ils y migrent en provenance d'hôtes non traités poussant à proximité.

Les restrictions à l'importation imposées par certains pays ou même certaines provinces expliquent que la plupart des vergers commerciaux de l'Ontario appliquent une politique de tolérance zéro à l'égard des infestations des fruits par la mouche de la pomme. L'aire de distribution de la mouche de la pomme en Amérique du Nord ne cesse de s'étendre en raison des cas d'introduction accidentelle. Au Canada, cet insecte a été observé à l'Île-du-Prince-Édouard, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse, au Québec, en Ontario, au Manitoba, en Saskatchewan, en Alberta et en Colombie-Britannique.

Description

Les œufs mesurent 0,9 mm de long, sont de forme elliptique, semi-opaques et blancs. Il existe quatre stades larvaires. Les larves à maturité vont du blanc au crème, sont apodes et fuselées. Elles atteignent environ 6,5-8,0 mm de longueur et 1,5-2,0 mm de largeur. Un examen attentif au microscope révèle deux pièces buccales en forme de crochets à une extrémité. La pupe mesure 4,5 mm de long, est brun clair et de forme ovale. La mouche adulte mesure 5-6 mm de longueur (à peine plus petite qu'une mouche domestique), a le dos luisant et un point blanc sur le thorax (figure 4-105). On distingue la mouche de la pomme adulte des autres mouches qui infestent à l'occasion les vergers et peuvent se retrouver dans les pièges, par les bandes sombres qui forment un F caractéristique sur les ailes (figure 4-106). La femelle se distingue du mâle par sa taille qui lui est légèrement supérieure, ses quatre lignes blanches sur l'abdomen et la forme carrée ou fuselée de son postérieur. Le mâle ne possède que trois lignes blanches et son abdomen est arrondi (figure 4-107).

Figure 4-105. Mouche de la pomme.

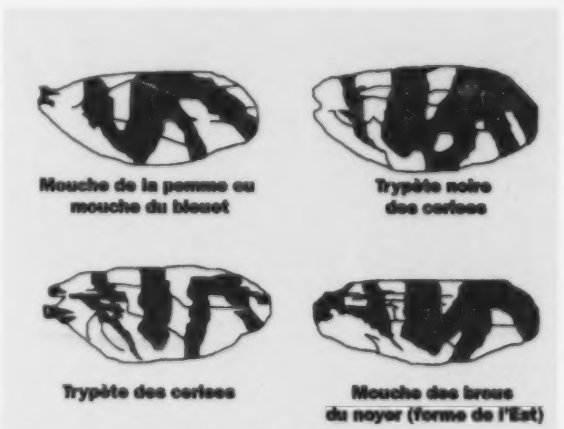


Figure 4-106. Motifs sur le ailes de la mouche de la pomme et d'espèces apparentées.

Figure 4-107. De gauche à droite, mâle et femelle adultes de la mouche de la pomme *(Rob Smith, Ph.D., à la retraite, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Kentville).*

Cycle biologique

La mouche de la pomme hiverne dans le sol au stade de pupe. Les adultes émergent entre la fin juin et septembre, le pic des vols dans les vergers commerciaux étant observé en août. L'émergence des adultes est étroitement liée aux niveaux d'humidité dans le sol, de telle sorte que les années de sécheresse, il peut arriver que certaines pupes restent dans le sol jusqu'à l'année suivante.

Le vol de la mouche de la pomme est puissant. Selon des études réalisées sur le terrain, ces mouches parcourraient jusqu'à 3 km depuis des hôtes intermédiaires ou des zones non traitées. Les mouches mâles commencent habituellement à voler avant les femelles, mais au moment où les vols sont les plus intenses, le ratio mâle:femelle est d'environ 1:1. Les deux sexes se nourrissent au départ des sources de sucre, notamment de nectar et de miellat, de même que des sources de protéines que constituent les fientes d'oiseaux, avant d'atteindre la maturité sexuelle sept à dix jours suivant leur émergence. Les femelles fécondées sont attirées par les formes, les couleurs et les odeurs qu'elles associent aux fruits mûrs qui leur servent d'hôtes.

Chaque femelle produit de 300 à 400 œufs qu'elle pond sur une période de trois à quatre semaines. La femelle perce la peau de la pomme de son ovipositeur et pond un œuf dans le fruit en croissance. Une fois l'œuf pondu, elle marque la pomme à l'aide d'une phéromone destinée à repousser les femelles qui viendraient pondre sur le même fruit. Les œufs éclosent au bout de trois à sept jours, après quoi les larves creusent des galeries dans le fruit et s'y nourrissent de la chair. Le développement des larves est plus lent à l'intérieur de fruits verts. Au bout de trois à quatre semaines, les pommes lourdement infestées tombent au sol et se décomposent rapidement. La détérioration des tissus permet aux larves de terminer leur développement, la survie des larves étant d'ailleurs faible lorsque les pommes restent accrochées aux branches.

Les larves à maturité sortent des pommes et s'enfouissent dans le sol jusqu'à une profondeur de 2-5 cm où elles se transforment en pupes et entrent en diapause (repos). Les pupes restent dans le sol pendant plus d'une année si les conditions environnementales (humidité et température) ne sont pas propices à leur émergence. Les pommes qui ne comportent qu'une ou deux piqûres restent souvent sur l'arbre jusqu'à la cueillette. On ne compte habituellement en Ontario qu'une seule génération de la mouche de la pomme par année. Les mouches restent actives jusqu'aux premières gelées. Il arrive certaines années qu'on observe une deuxième génération partielle lorsque les cultivars hâtifs sont attaqués et que les conditions météorologiques sont propices à leur développement rapide.

Dommages

Les dommages causés aux fruits par la mouche de la pomme prennent deux formes :

- peau piquée par l'ovipositeur;
- détérioration et altération de la couleur de la chair par suite des tunnels creusés par les larves à l'intérieur du fruit.

Les piqûres faites par l'ovipositeur sont d'abord difficiles à percevoir. Elles font penser à une piqûre d'épingle qui fonce avec le temps et finit par s'accompagner d'une petite dépression (figure 4-108). La mouche de la pomme est aussi parfois appelée « ver chemin-de-fer » en raison des lésions qui

sillonnent l'intérieur de la pomme (figure 4-109). Au fur et à mesure que les larves grossissent, les galeries grossissent et la chair brunit. Les lésions ouvrent la voie aux champignons pathogènes *Alternaria* spp. et *Pseudomonas* spp., responsables de pourritures. Les fruits lourdement infestés deviennent complètement pourris. Les cultivars hâtifs sont souvent ceux qui sont le plus gravement infestés.

On trouve de fortes populations de mouches de la pomme dans les pommiers sauvages et les vergers de pommiers abandonnés de tout l'est du Canada et des États-Unis, où de 80 à 100 % des fruits des zones non traitées peuvent devenir infestés.

Figure 4-108. Piqûre de la mouche de la pomme.

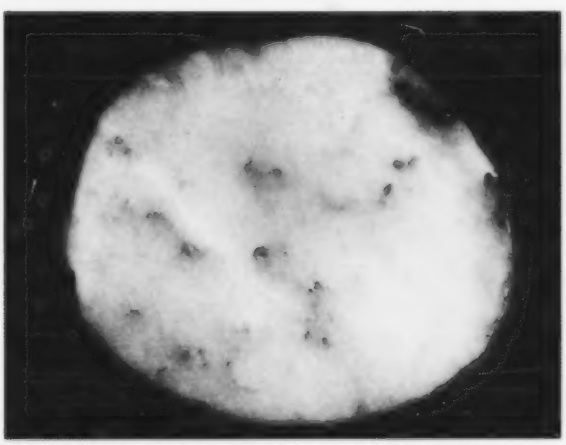


Figure 4-109. Galeries creusées par la mouche de la pomme.

Surveillance et seuils d'intervention

Les pièges mis au point pour faire la surveillance de la mouche de la pomme font appel à des stimuli visuel et olfactif pour suivre l'activité des adultes dans le verger. Ces pièges sont constitués de diverses combinaisons de plaquettes jaunes encollées et de sphères rouges encollées appâtées avec de l'ammonium, de l'hexanoate de butyle (composé volatil de la pomme) ou d'autres produits.

Les mâles et les femelles n'ayant pas atteint la maturité sexuelle sont attirés par les plaquettes jaunes qui reproduisent les sources de nectar à un moment où les adultes recherchent activement des sources de glucides. Les femelles parvenues à la maturité sexuelle et prêtes à pondre leurs œufs sont attirées par les sphères rouges qui imitent les pommes mûres. L'ajout d'un composé volatil de la pomme ou de fioles renfermant de l'acétate d'ammonium augmente le nombre de captures. Selon des recherches menées en Ontario et dans d'autres régions pomicoles, les captures sur les sphères rouges appâtées avec des composés volatils de la pomme seraient de trois à quatre fois plus nombreuses que sur les plaquettes jaunes. Les sphères rouges attirent davantage les femelles qui ont atteint la maturité sexuelle et qui ont été fécondées que les plaquettes jaunes. Leur utilisation dans les vergers accroît la probabilité de capturer des femelles résidentes du verger ou qui viennent d'y arriver. Les sphères rouges sont également plus sélectives dans la capture de mouches de la pomme que les plaquettes jaunes, de sorte que moins d'espèces apparentées s'y retrouvent. Dans certaines zones productrices, les exploitants de vergers commerciaux utilisent exclusivement des sphères rouges appâtées avec des composés volatils de la pomme. Selon une recherche menée en Nouvelle-Écosse, la date de la première capture serait la même dans les vergers utilisant uniquement des plaquettes jaunes encollées que là où l'on utilise une combinaison de sphères rouges appâtées et de plaquettes jaunes.

Pour la surveillance de la mouche de la pomme, installer au moins cinq jeux de pièges, constitués chacun d'une plaquette jaune encollé et d'une sphère appâtée (figure 4-110), ou d'une plaquette jaune encollée

et de deux sphères rouges appâtées (figure 4-111), en les situant dans les pommiers bordant le verger, dans les parties du verger immédiatement adjacences à des boisés ou à des sources importantes d'hôtes intermédiaires. Il est recommandé d'utiliser des appâts constitués de composés volatils de la pomme, car ils sont plus attrayants et plus sélectifs que les appâts de protéines. Installer les pièges au niveau des yeux, en laissant 60-100 m entre chacun, leurs faces orientées vers l'extérieur du verger. Enlever le feuillage se trouvant dans un rayon de 30-50 cm autour des pièges, de manière à les rendre plus visibles pour les mouches. Installer davantage de pièges dans les vergers qui font partie de blocs ayant déjà subi des dommages et/ou possédant des populations résidentes.

Figure 4-110. Plaquette jaune.

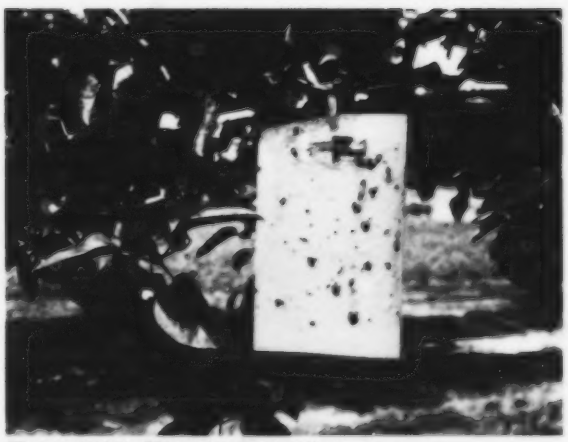


Figure 4-111. Piège à mouche de la pomme.

Installer les jeux de pièges dans les vergers entre le milieu et la fin de juin et les inspecter deux fois par semaine. Nettoyer les pièges fréquemment en les raclant pour enlever les insectes et en les enduisant à nouveau de Tangletrap, ou les remplacer. Remplacer les appâts volatils suivant les directives du fabricant. Dans les vergers commerciaux, l'activité la plus intense de la mouche de la pomme s'observe habituellement en août.

Lutte

Il existe des prédateurs et des guêpes parasites qui s'attaquent aux larves au moment où elles sortent des pommes tombées au sol pour se transformer en pupes, mais ces auxiliaires de lutte ne procurent pas une maîtrise suffisante pour limiter les pertes à un niveau acceptable sur le plan économique.

L'enlèvement des hôtes intermédiaires comme les aubépines et les pommiers sauvages dans un rayon de 100 m du verger réduit la pression exercée par les mouches migrant de ces hôtes. Les mesures d'hygiène comprennent l'enlèvement et l'élimination (destruction, enfouissement) des fruits de rebut.

Les insecticides dirigés contre la mouche de la pomme varient selon le stade visé et le mode d'action recherché. Appliquer les insecticides comme les néonicotinoïdes et les organophosphorés sept à dix jours après la première capture sur une plaquette jaune encollée ou immédiatement après la première capture d'une femelle sur une sphère rouge. Appliquer les produits renfermant des appâts, comme les naturalytes, immédiatement après la première capture sur une plaquette jaune encollée. Appliquer les produits, comme le kaolin, qui procurent une barrière de protection entre l'ennemi et les tissus végétaux avant que les premiers vols des adultes ne commencent. Répéter les traitements tous les sept à vingt et un jours selon la rémanence du produit utilisé, selon les conditions météorologiques (précipitations) et selon que la surveillance indique toujours des vols de la mouche de la pomme. Consulter la liste des produits homologués et les moments recommandés pour les traitements dans la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Attention! Même si le moment des pulvérisations contre la mouche de la pomme coïncide avec celui des pulvérisations contre le carpocapse de la pomme, les produits employés contre l'un de ces ennemis ne sont pas nécessairement efficaces contre l'autre ennemi.

Les pulvérisations périmétriques abaissent les populations et réduisent au minimum les effets négatifs des pesticides sur l'environnement. On entend par pulvérisations périmétriques celles qui sont faites sur les rangées périmétriques occupant une largeur de 20 m. Dans les vergers commerciaux dépourvus de populations résidentes, cette largeur suffit à intercepter les mouches de la pomme et à les empêcher de pénétrer dans le verger. Comme on ne connaît pas encore l'efficacité des nouveaux produits (néonicotinoïdes, naturalytes et films de particules) lorsqu'ils sont employés uniquement sur les pourtours des vergers, leur emploi pour ce type de pulvérisation n'est pas recommandé pour le moment. Si l'on décèle des dommages au cours d'une opération de dépistage, on doit revenir à un programme de pulvérisations de couverture. Les pulvérisations périmétriques ne sont efficaces que dans les vergers :

- d'une superficie supérieure à 4 hectares;
- de forme carrée ou rectangulaire (et non de forme irrégulière);
- pour lesquels les données de surveillance des années précédentes et de l'année en cours ne révèlent aucune infestation par la mouche de la pomme ni par le carpocapse de la pomme;
- qui ne sont pas directement adjacents à des vergers abandonnés ni soumis à une forte pression exercée par des hôtes sauvages situés à proximité;
- dans lesquels on peut obtenir un recouvrement convenable sur la frange de 20 m en tenant compte de facteurs comme la densité du feuillage, la taille des gouttelettes et la vitesse de pulvérisation);
- qui sont bien entretenus (p. ex. qui font l'objet d'un élagage annuel et d'une fertilisation équilibrée).

Dans les tournières, fermer les buses d'un côté du pulvérisateur et pulvériser la bouillie vers l'intérieur du verger au moment de longer la limite du verger.

Pour éliminer efficacement toute larve vivante des pommes cueillies, faire séjourner les pommes pendant huit semaines dans un entrepôt frigorifique maintenu à une température inférieure à 5 °C. Cette pratique peut satisfaire les exigences d'exportation de certains pays.

Autres insectes constituant des ravageurs sporadiques

On trouve en Ontario plusieurs ravageurs sporadiques qu'on peut avoir à combattre en plus des ennemis courants des pommiers. Ils comprennent le scarabée japonais, la cécidomyie du pommier et une squeletteuse nouvellement introduite, *Swammerdamia pellicaria.*

Scarabée japonais

Le scarabée japonais, *Popillia japonica* (Newman), est un insecte qui a été introduit au Canada. Depuis son arrivée au New Jersey en 1916, il s'est graduellement étendu à toute l'Amérique du Nord. Les populations résidentes sont maintenant établies dans presque tout l'Ontario, de sorte que la province est généralement considérée comme étant infestée.

Les scarabées adultes se nourrissent de plus de 300 espèces de végétaux différentes, mais leurs hôtes de prédilection restent l'érable, le bouleau, le sorbier d'Amérique, le tilleul, le pommier, les arbres à fruits à noyau, la vigne et le bleuetier dont ils se nourrissent des feuilles. Dans les régions où ils abondent, les scarabées japonais sont des ravageurs saisonniers de nombreuses cultures, dont celles des arbres fruitiers et des petits fruits. Il s'agit aussi d'un ravageur redoutable des pelouses, car au stade larvaire, le scarabée japonais se nourrit des racines fibreuses des graminées.

Description

Le scarabée japonais adulte mesure 10-13 mm de long, est vert métallique tirant sur le bronze avec des ailes rouge cuivré et de petites touffes blanches de part et d'autre et à l'extrémité de l'abdomen (figure 4-112). Les larves sont d'un blanc laiteux, ont la forme d'un « C » et mesurent environ 2 cm à la

fin du stade larvaire. La tête est brune et le corps est pourvu de trois paires de pattes.

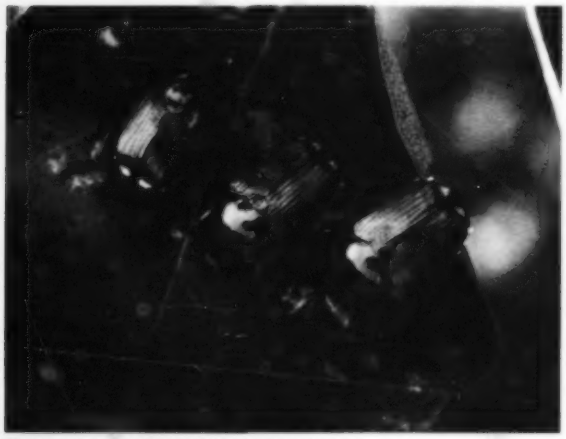


Figure 4-112. Scarabées japonais.

Cycle biologique

On compte une génération du scarabée japonais par année. L'insecte hiverne à l'état de larve (asticot) dans le sol. Les adultes commencent à émerger fin juin début juillet et s'attaquent dès lors aux hôtes qui leur conviennent. Les scarabées japonais produisent des phéromones sexuelles. Les tissus foliaires qu'ils ont attaqués libèrent des composés volatils qui attirent d'autres scarabées qui viennent s'en nourrir et s'y reproduire. En juillet et août, les femelles fécondées pondent dans le sol 40-60 œufs qui éclosent et d'où sortent des larves entre zéro et quatorze jours plus tard. Les asticots se nourrissent de matière organique et de racines de graminées, avant de se déplacer vers les sites d'hivernation.

Dommages

Les adultes se nourrissent à la face supérieure des feuilles de pommiers; ils déchiquettent le tissu internervaire, ne laissant qu'un squelette de feuille. Les scarabées se nourrissent habituellement en groupes à partir du sommet des végétaux, en progressant vers la base. La plupart des années, aucune pulvérisation n'est nécessaire pour combattre le scarabée japonais dans les vergers de pommiers. Là où les populations sont fortes et que les insectes se nourrissent de cultivars sensibles (Honeycrisp) ou de pommiers immatures, des interventions peuvent être nécessaires.

Surveillance et seuils d'intervention

Il n'est pas nécessaire de faire des opérations de dépistage spéciales pour le scarabée japonais. Les adultes sont faciles à repérer dans le verger au cours des opérations de dépistage périodiques. Quand les pommiers sont soumis à un stress (manque de pluie, grandes chaleurs, forte charge fruitière) et quand on observe de nombreuses feuilles dont il ne reste plus que les nervures, des pulvérisations spéciales d'insecticides sont nécessaires. Il n'y a pas de seuil d'intervention contre cet ennemi, mais il y a lieu d'intervenir dès que ces scarabées sont présents en grand nombre sur des cultivars de grande valeur comme le Honeycrisp.

Les pièges à scarabées japonais sont offerts en vente dans les centres à jardins. Même si les appâts phéromonaux et floraux vendus avec les pièges sont très efficaces et piègent de nombreux scarabées chaque jour, des recherches montrent que les pièges attirent davantage de scarabées qu'ils n'en capturent. Par conséquent, les plantes sensibles situées à proximité des pièges risquent de souffrir davantage une fois les pièges installés.

Lutte

Les insecticides appliqués pour lutter contre les ennemis des vergers comme le carpocapse de la pomme agissent en général aussi contre le scarabée japonais. La tendance qu'ont les scarabées japonais de se nourrir au sommet des arbres rend indispensable un bon recouvrement. La migration de ces insectes dans les vergers en provenance de zones avoisinantes peut obliger à procéder à de multiples traitements.

Cécidomyie du pommier

La cécidomyie du pommier, *Dasineura mali* (Kieffer), est un ravageur sporadique des feuilles de pommier. Cet ennemi n'est pas considéré comme ayant une importance économique dans les pommiers à maturité, mais de fortes populations dans les pépinières ou sur de jeunes pommiers peuvent provoquer un ralentissement de la croissance ou faire mourir les pousses terminales. Le pommier est le seul hôte de la cécidomyie du pommier. Les infestations

par la cécidomyie du pommier n'ont pas toutes la même ampleur d'un cultivar à l'autre, mais cela peut varier au fil de la saison en fonction de la disponibilité des pousses se prêtant à la ponte. Aucun cultivar toutefois n'est à l'abri des infestations.

Description

Les œufs sont pondus un à un dans les replis des feuilles ou le long de la bordure des feuilles en croissance. De forme elliptique, ils sont transparents avec une teinte qui va du rose au rouge clair. Les larves sont rouges au départ, puis deviennent blanches et transparentes jusqu'au dernier stade larvaire où elles acquièrent une teinte rouge orangé vif. Il faut une vingtaine de jours aux larves pour passer à travers tous les stades larvaires. Les pupes sont des capsules d'un orangé clair dans un cocon de soie blanc, généralement tissé juste sous la surface du sol. L'adulte est une petite mouche d'environ 1,5-2,5 mm de longueur.

Cycle biologique

Le cycle biologique de cet insecte n'est pas parfaitement compris. On sait toutefois que la cécidomyie du pommier hiverne dans le sol à l'état de pupe sous les arbres infestés. Les adultes de la première génération émergent en mai et s'accouplent, puis les femelles commencent à pondre leurs œufs sur les feuilles qui s'épanouissent. Les feuilles sont le site de ponte privilégié, mais la ponte peut aussi se faire sur les boutons et les fleurs en train de se former. Plusieurs cécidomyies peuvent pondre leurs œufs sur une même feuille. De même, une même femelle peut pondre ses œufs sur plusieurs feuilles.

Les femelles pondent généralement 30-40 œufs par feuille. Selon la température, il peut s'écouler de deux à dix jours avant que les œufs n'éclosent. Après l'éclosion, les larves commencent à dévorer les feuilles. Les pourtours des feuilles infestées par la cécidomyie du pommier s'enroulent vers la nervure principale de la feuille. Les dommages causés par les larves empêchent les feuilles infestées de se dérouler, de sorte que les feuilles continuent de s'enrouler de plus en plus au fur et à mesure que la feuille grossit. Il arrive que la pupaison des larves à maturité se fasse dans les feuilles enroulées, mais la plupart tombent au sol et amorcent la pupaison dans les feuilles mortes qui tapissent le sol. On compte deux ou trois générations par saison.

Dommages

Les déprédations causées sur le pourtour des feuilles par les larves provoquent l'épaississement des feuilles et leur enroulement vers l'intérieur en direction de la nervure principale (figure 4-113). Ces feuilles enroulées et infestées changent souvent de couleur (deviennent rouge ou violet), brunissent, deviennent cassantes et finissent par tomber. Il arrive qu'on observe un ralentissement de la croissance des pousses terminales.

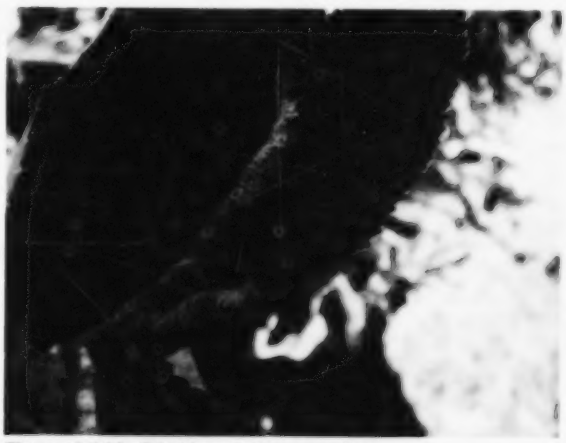


Figure 4-113. Cécidomyie du pommier.

Surveillance et seuils d'intervention

L'enroulement des feuilles et l'altération de leur couleur peuvent être décelés au cours des opérations de dépistage périodiques. L'infestation par cet insecte est confirmée par la présence d'une larve jaune ou orangée à l'intérieur des feuilles enroulées. Des chercheurs du Royaume-Uni ont identifié la phéromone sexuelle que les femelles produisent pour attirer les mâles. Des essais sont en cours pour déterminer à partir de combien de captures dans les pièges, il y a lieu d'intervenir. On trouve sur le marché un système composé d'un appât et d'un piège, mais son efficacité n'a pas été évaluée en Ontario. Dans certaines régions, des cages d'émergence sont disposées au sol pour surveiller l'émergence des adultes au printemps. Dans les vergers de l'Ontario toutefois, ce ravageur n'est pas considéré comme

étant suffisamment important pour justifier une surveillance à l'aide de cette technique.

Lutte

En général, il n'est pas nécessaire de lutter contre cet insecte, surtout pas dans les vergers de pommiers à maturité qui, grâce à leur feuillage abondant, peuvent supporter une forte pression exercée par les insectes. Par contre, dans les pépinières ou dans de jeunes plantations, étant donné que de fortes populations d'insectes peuvent ralentir la photosynthèse et provoquer le rabougrissement des pousses terminales, un traitement phytosanitaire peut être justifié. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour la cécidomyie du pommier.

Des étés très chauds et secs influencent l'abondance et la phénologie de la cécidomyie du pommier. Les précipitations ramollissent les feuilles et facilitent l'échappée des larves. Des précipitations moins abondantes amènent un retard de développement qui peut aller jusqu'à dix jours.

Plusieurs insectes utiles (dont les punaises anthocorides, *Orius* spp.) et plusieurs parasitoïdes se nourrissent des larves de la cécidomyie du pommier. En Nouvelle-Écosse, le parasitoïde introduit d'Europe, *Platygaster demades* (Walker), s'est révélé efficace dans la réduction (de 40 à 90 %) de la première génération de cécidomyies du pommier. On ne sait pas si ce parasitoïde est présent en Ontario.

Il est très difficile de lutter contre la cécidomyie du pommier à l'aide d'insecticides, cet insecte étant très bien protégé à l'intérieur des feuilles enroulées. Pour une liste des produits employés dans la lutte contre cet ennemi, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières*. Les produits à large spectre employés pour combattre d'autres ennemis des vergers peuvent être efficaces contre la cécidomyie du pommier. Pour plus d'information, communiquer avec un consultant en culture de la région.

Tenthrède de l'oseille

La tenthrède de l'oseille, *Ametastegia glabrata* (Fallén), est un ravageur sporadique des pommiers en Amérique du Nord. Les dommages causés par la tenthrède de l'oseille apparaissent habituellement dans les vergers faisant l'objet de programmes de pulvérisations réduits à leur plus simple expression ou dans les vergers fortement envahis de mauvaises herbes. Les larves de la tenthrède se nourrissent de plantes de la même famille que le sarrasin, comme les oseilles et les renouées. Il arrive que les individus du dernier stade larvaire cherchent un refuge sur les pommes pour leur pupaison ou leur hivernation.

Description

L'œuf, réniforme, est blanc et mesure 0,8 mm de long. Les larves sont vert brillant et ont la tête brun noir. Elles sont minces et glabres et présentent plusieurs tubercules blancs que l'on remarque facilement. Les larves de la tenthrède de l'oseille possèdent sept paires de fausses-pattes. Celles du dernier stade larvaire font 14-17 mm. La tenthrède de l'oseille adulte est une guêpe d'environ 7 mm de longueur, au dos bleu-vert métallique et au corps orangé. Ses ailes sont de couleur bronze, mais transparentes et présentent à l'avant, une raie bleu métallique.

Cycle biologique

La tenthrède de l'oseille hiverne à l'état de larve parvenue à maturité le plus souvent dans la tige sèche d'une mauvaise herbe lui servant d'hôte, mais occasionnellement sous la peu du fruit. La pupaison a lieu au début du printemps. Les adultes émergent des pupes sur une période d'environ sept semaines, le pic d'émergence se situant fin avril. Les adultes se reproduisent et les femelles pondent leurs œufs un à un dans les tissus foliaires des mauvaises herbes. Les femelles pondent jusqu'à une centaine d'œufs. Les œufs éclosent et les larves de la première génération commencent à dévorer les feuilles, sauf les nervures, des mauvaises herbes, ne laissant que des squelettes de feuilles, tandis que les larves des générations subséquentes laissent plutôt de gros trous dans les feuilles. Les larves passent par plusieurs stades larvaires. Au dernier stade larvaire, les larves ne se nourrissent pas, mais cherchent un site de pupaison. Il y a quatre générations de tenthrèdes de l'oseille par année et ce n'est que la dernière qui s'attaque aux pommes.

Dommages

La tenthrède de l'oseille se nourrit généralement de mauvaises herbes comme les oseilles et les renouées courantes dans les vergers. Les individus des générations tardives de cet insecte commencent à rechercher des sites d'hivernation vers la fin de l'été et le début de l'automne, juste au moment où les fruits approchent de la maturité. Ils creusent la chair de la pomme, laissant de petits trous ronds qui, généralement, brunissent autour du point d'entrée (figure 4-114). Ils ne laissent toutefois pas d'excréments à l'entrée du trou. On observe habituellement les lésions près du calice et au voisinage du pédoncule ou là où la pomme est en contact avec une feuille ou une autre pomme. À l'intérieur de la pomme, les larves s'enfoncent jusqu'à 5 cm. Leur trajectoire est irrégulière et peut être courbée ou rectiligne. Il peut y avoir une ou plusieurs galeries dans une même pomme, indépendamment du nombre de larves présentes. Une fois dans le fruit, la larve amorce la pupaison. Les trous faits par les larves ouvrent la voie à des infections par des champignons et à des pourritures. Une seule larve peut creuser plusieurs trous dans une ou plusieurs pommes avant de se construire une loge nymphale.

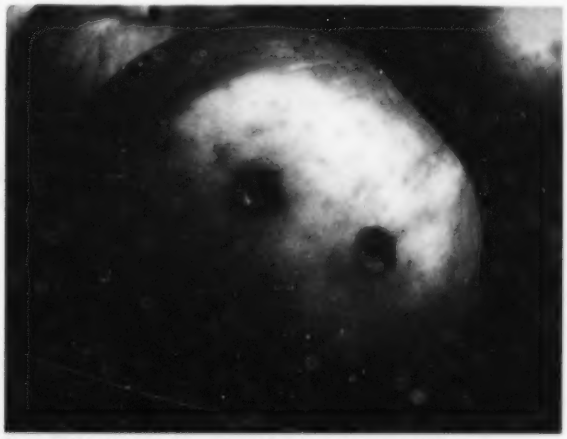


Figure 4-114. Lésions causées par la tenthrède de l'oseille.

Surveillance et seuils d'intervention

Faire le dépistage à la recherche de fruits dont la peau est percée de trous ronds de 2 mm de diamètre. En coupant le fruit, on peut apercevoir la larve recroquevillée à l'intérieur du trou. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour ce ravageur.

Lutte

La tenthrède de l'oseille est habituellement tenue en échec par les traitements dirigés contre d'autres insectes nuisibles (comme le carpocapse de la pomme). Les lésions sont plus fréquentes dans les vergers où l'emploi d'insecticides est réduit ou dans les vergers dont les allées sont envahies de mauvaises herbes (principalement de la même famille que le sarrasin). Le meilleur moyen de se débarrasser de cet ennemi est d'utiliser des herbicides sélectifs pour lutter contre les mauvaises herbes (oseilles, renouées) dont la tenthrède de l'oseille a besoin pour survivre. Comme les adultes volent difficilement, il est peu probable que ces insectes migrent vers les vergers en provenance de fossés et de prés avoisinants. Pour réduire le nombre de lésions causées par cet insecte, empêcher les branches lourdement chargées de fruits de toucher le sol, et tondre la pelouse. Les traitements insecticides qui visent d'autres ennemis des pommiers maîtrisent efficacement la tenthrède de l'oseille, ce qui rend inutiles les pulvérisations spéciales pour la combattre.

Chenille à houppes blanches

La chenille à houppes blanches, *Orygia leucostigma* (Smith), est indigène en Amérique du Nord. On la trouve partout au Canada et dans l'est des États-Unis. Autrefois considérée comme un insecte nuisible des forêts (de feuillus et de conifères), elle s'attaque cependant aussi aux pommiers. Des infestations sévères provoquent une défoliation importante, mais ces infestations sont rares dans les vergers de pommiers.

Description

Les œufs sont pondus dans une masse de mousse blanche. À maturité, la larve mesure 35 mm de longueur. Elle a la tête rouge orangée et le corps velu. Deux lignes jaunes de chaque côté du corps parcourent celui-ci longitudinalement sur toute sa longueur. Elle possède sur le dos quatre touffes de soie beige (au dos des quatre premiers articles abdominaux) et des points rouges sur les articles abdominaux six et sept. Elle a une paire de touffes de soies noires plus longues qui

sortent du prothorax (figure 4-115). Ces soies peuvent irriter la peau. À maturité, la larve tisse un cocon gris foncé et entame sa pupaison. La pupaison a lieu à l'intérieur des cocons gris foncé tissés avec la soie et les poils qui couvrent le corps de la chenille. On trouve ces pupes sur les rameaux, les branches et dans les anfractuosités de l'écorce. Le papillon mâle est gris cendré. L'envergure de ses ailes est de 26-30 mm. Ses ailes antérieures sont marquées par des bandes ondulées plus sombres. Les femelles vont du blanc crème au gris, sont velues et ne volent pas.

Figure 4-115. Chenille à houppes blanches.

Cycle biologique

La chenille à houppes blanches hiverne à l'état d'œuf à l'intérieur des masses d'œufs. Les œufs éclosent vers la fin juin et le début juillet, après quoi, les chenilles migrent vers les feuilles ou les aiguilles dont elles dévorent tous les tissus à l'exception des nervures principales. Les chenilles mâles passent par cinq stades larvaires, les femelles, par six. Les chenilles continuent leur déprédations sur une période de cinq semaines avant d'amorcer la pupaison à la mi-août. On trouve les cocons gris foncé sur les rameaux, les branches ou l'écorce. Les adultes émergent des pupes fin août début septembre. Les femelles ne volent pas. Elles sont fécondées sitôt sorties des pupes, puis pondent leurs œufs sur leurs cocons ou à l'intérieur de ceux-ci. Cet ennemi est surtout un ravageur forestier, mais il lui arrive d'envahir les vergers de pommiers en provenance de boisés adjacents.

Dommages

Les jeunes larves ne laissent que des squelettes de feuilles sur les arbres à feuilles caduques. Au fur et à mesure qu'elle se rapprochent de la maturité, elles consomment les feuilles au complet, né laissant que les nervures principales et les pétioles. Elles ont tendance à se nourrir d'abord dans le tiers supérieur de la frondaison. Sans intervention, ces chenilles peuvent provoquer une défoliation sévère. Des années de défoliation finissent par faire mourir l'arbre et causer la perte de leur bois. Une fois que les chenilles ont dévoré les feuilles, elles se laissent pendre au bout d'une soie et sont facilement transportées par le vent jusqu'à un nouvel hôte. Les poils de la chenille à houppes blanches sont creux et contiennent une toxine qui pénètre dans la peau. Les personnes qui manipulent ces insectes ont souvent des réactions allergiques qui se manifestent par une éruption cutanée douloureuse ou des problèmes respiratoires.

Surveillance et seuils d'intervention

On peut observer ces chenilles dans les arbres en juillet et en août, alors qu'elles sont grosses et presque parvenues à maturité. Durant l'hiver, des masses d'œufs peuvent être observées sur les troncs et les branches des arbres. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour la chenille à houppes blanches, mais des interventions s'imposent si l'on note un début de défoliation.

Lutte

Les infestations par la chenille à houppes blanches peuvent durer de deux à quatre ans. Leurs populations peuvent être décimées par des virus, des parasitoïdes, des prédateurs naturels et des maladies. Elles ne sont que des ravageurs occasionnels des vergers de pommiers, mais quand les infestations sont sévères, elles peuvent y causer des dommages considérables. Quand des interventions sont nécessaires, une application hâtive d'un agent de lutte biologique comme Bacillus thuringiensis destiné à combattre d'autres ennemis permet en même temps de combattre cette chenille.

Maladies

Tavelure du pommier

La tavelure du pommier, qui est causée par le champignon *Venturia inaequalis*, est une maladie cryptogamique grave du pommier en Ontario, qui touche le feuillage, les fleurs et les fruits. Les infections graves provoquent la défoliation des pommiers et rendent leurs fruits impossibles à commercialiser. La tavelure infecte aussi les pommetiers, le sorbier d'Amérique et le buisson-ardent.

Symptômes

Les deux côtés des feuilles peuvent devenir infectés et développer des lésions, bien que le revers des feuilles soit habituellement touché en premier. Sur les feuilles, les lésions fraîches ont un aspect velouté, vont du brun au vert olive, ont un contour diffus (figure 4-116) et, souvent, ne sont perceptibles qu'après le stade calice. Avec le temps, les lésions vert olive deviennent brun foncé ou noires (figure 4-117). Le nombre de lésions sur les feuilles varie au fil de la saison et de la sensibilité des cultivars. Les lésions sur les feuilles plus vieilles sont en règle générale surélevées, vont du vert foncé au gris-brun, ont des contours définis et provoquent le gondolement de la feuille vers le bas (figure 4-118). Les feuilles qui sont fortement infectées par la tavelure s'enroulent vers l'intérieur, se ridents et tombent au sol.

Figure 4-116. Les lésions fraîches de la tavelure du pommier ont un aspect velouté, vont du brun au vert olive et ont un contour diffus.

Figure 4-117. Avec le temps, les lésions vert olive de la tavelure deviennent brun foncé ou noires.

Figure 4-118. Les lésions sur les feuilles plus vieilles sont surélevées, vont du vert foncé au gris-brun et ont des contours définis.

Sur le fruit, apparaissent de petites taches qui s'étendent plus lentement que sur les feuilles (figure 4-119). Au fur et à mesure que les taches s'étendent et vieillissent, leur centre perd l'aspect velouté et noircit, devient liégeux et croûteux (figure 4-120). Un fruit lourdement infecté devient difforme et fissuré s'il a été infecté avant d'être parvenu à maturité (figure 4-121). Les infections des fruits qui se produisent vers la fin de l'été peuvent passer inaperçues au moment de la cueillette, mais elles se traduiront par l'apparition en cours d'entreposage, de points de la grosseur de têtes d'épingle. On parle alors de « tavelure mouchetée » (figure 4-122). Le fruit entier est sensible à la tavelure, mais les lésions ont tendance à se concentrer autour de la cuvette oculaire.

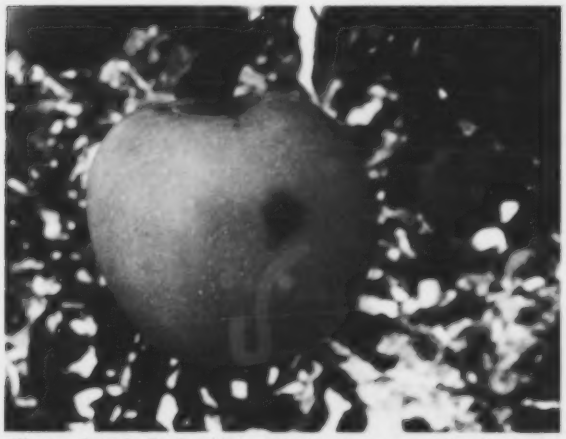


Figure 4-119. Petite lésion de tavelure sur un fruit.

Figure 4-120. Lésion de tavelure devenue brune, liégeuse et croûteuse.

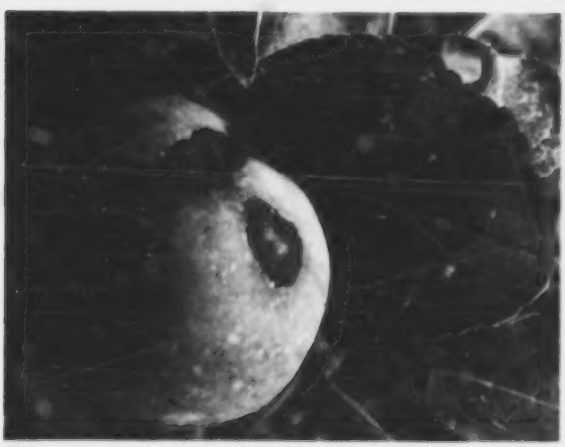


Figure 4-121. Les fruits infectés par la tavelure alors qu'ils ne sont pas encore parvenus à maturité deviennent difformes et fissurés.

Figure 4-122. Les infections des fruits qui se produisent vers la fin de l'été peuvent passer inaperçues au moment de la cueillette, mais elles se traduiront par l'apparition en cours d'entreposage, de lésions de la tavelure mouchetée.

Cycle biologique

L'agent responsable de la tavelure hiverne dans les feuilles de pommiers infectées sur le sol du verger. Durant l'hiver et au début du printemps, de petits pseudothèces se forment à l'intérieur des feuilles infectées tombées au sol. Déjà au début du printemps, les ascospores qui servent d'inoculum primaire pour les infections de début de saison se forment à l'intérieur des pseudothèces.

La maturation des ascospores dans les feuilles mortes au pied des pommiers coïncide habituellement avec la sortie de dormance des pommiers. Ainsi, au printemps, les ascospores matures sont présentes et prêtes à infecter les premiers tissus verts. Le pourcentage d'ascospores matures présentes dans le verger atteint normalement un sommet quand les pommes sont entre le stade du bouton rose avancé et le début de la floraison.

Les ascospores matures sont libérées des pseudothèces par la pluie et soufflées par le vent vers les jeunes tissus verts. Pour qu'aient lieu la libération et la germination des ascospores ainsi que l'infection subséquente des tissus, il faut que ceux-ci restent mouillés à la suite d'une rosée ou d'une pluie. Les lésions vert olive à l'aspect velouté apparaissent de dix à vingt-huit jours après l'infection par une ascospore. Les lésions produites par les ascospores donnent lieu

à des infections primaires qui, à leur tour, produisent des spores appelées conidies.

Les conidies sont disséminées depuis les lésions primaires par les éclaboussures d'eau de pluie et le vent. Elles provoquent de nouvelles infections quand le jeu combiné des températures et des périodes de mouillage des feuilles favorise leur germination et leur établissement. Ces infections, dites « secondaires », se produisent généralement sur le même arbre ou sur des arbres adjacents plutôt qu'à distance du site de l'infection primaire.

Il peut y avoir de multiples infections secondaires au cours d'une même saison de croissance. Quand les précipitations sont fréquentes, il devient extrêmement difficile de maîtriser la tavelure du pommier, surtout si la maladie résulte d'infections primaires qui se sont déclenchées au printemps.

Les jeunes feuilles non encore entièrement déployées sont très sensibles aux infections. Les vieilles feuilles peuvent devenir à nouveau sensibles au champignon à la fin de la saison; le mycélium qui était jusque-là inhibé à l'intérieur des tissus foliaires peut reprendre sa croissance, ce qui peut donner lieu à de nouvelles lésions visibles. Cette phase du cycle de la tavelure qui intervient dans l'épiderme a des répercussions considérables sur la propagation de la maladie, car elle produit l'inoculum primaire (de nouvelles ascospores) qui sera à l'œuvre le printemps suivant.

Surveillance et lutte

Surveillance de la météo

Des données météorologiques précises fournissent les maximums et minimums quotidiens qui sont indispensables à l'utilisation du modèle de degrés-jours servant à évaluer la maturité des ascospores et la date probable des infections primaires (tel qu'il est indiqué à la p. 132). L'installation dans le verger de matériel de surveillance météorologique fiable constitue un bon investissement. On trouve sur le marché une variété de logiciels et d'instruments informatisés destinés à la surveillance météorologique. Ils mesurent la température, l'humidité relative, la période de mouillage des feuilles; autant de données utiles à la détermination de la maturité des ascospores et à la détermination des périodes d'infection.

Détermination du niveau d'inoculum

L'incidence de la tavelure à la cueillette ne reflète pas nécessairement la pression exercée par la maladie dans le verger, étant donné que des infections foliaires peuvent encore se déclencher après la cueillette. Afin de prévoir l'importance de l'inoculum dans le verger au printemps, évaluer la tavelure sur les feuilles à l'automne (dose potentielle d'ascospores). Fin septembre début octobre, avant la chute des feuilles, évaluer l'incidence de la tavelure en procédant comme suit.

Choisir un schème d'échantillonnage de manière à échantillonner tous les 10-30 pommiers en veillant à inclure des pommiers provenant du bloc au complet. S'assurer d'examiner au total 600 pousses. Voici trois schèmes d'échantillonnage possibles :

- 20 pousses de chacun de 30 pommiers (pour un bloc de 300 à 900 pommiers);
- 15 pousses de chacun de 40 pommiers (pour un bloc de 400 à 1 200 pommiers); ou
- 10 pousses de chacun de 60 pommiers (pour un bloc de 600 à 1 800 pommiers).

Voici comment procéder pour l'échantillonnage :

- Sur chaque pommier choisi, examiner les pousses au hasard dans les parties supérieure, inférieure, intérieure et extérieure de la frondaison. Il est particulièrement important d'inclure les pousses situées près du sommet du pommier. C'est à cet endroit que la tavelure risque davantage de sévir, car les rameaux s'y trouvent souvent hors d'atteinte des produits qui ont été pulvérisés. Si les gourmands sont nombreux, inclure un gourmand par pommier.
- Sur chaque pousse choisie, observer les faces supérieure et inférieure des feuilles et noter le nombre de feuilles présentant au moins une lésion de tavelure, en incluant les lésions soupçonnées d'être des lésions causées par la tavelure.
- Faire la somme des feuilles portant des lésions de tavelure.

- Si les feuilles atteintes de tavelure totalisent 50 ou moins : Considérer que le niveau d'inoculum qui occasionnera des infections dans le verger le printemps suivant est faible. Le premier traitement fongicide dirigé contre la tavelure du pommier peut en toute sécurité être repoussé jusqu'au stade prébouton rose.
- Si les feuilles atteintes totalisent un nombre entre 50 et 100 : Là où les évaluations de l'inoculum effectuées à l'automne correspondent à moins de 53 feuilles infectées sur 600 pousses, il est possible, la plupart des années, de sauter la pulvérisation prévue au stade de la pointe verte. Cette stratégie est risquée dans les vergers où la tavelure affiche une résistance à la dodine et aux DMI, car il n'existe sur le marché aucun fongicide ayant une action pré-symptômes pour remédier à une éventuelle erreur. Choisir les interventions phytosanitaires appropriées (voir p. 139), les mettre en pratique et considérer que le niveau d'inoculum qui causera des infections le printemps prochain est faible.
- Attention! Si le nombre de feuilles atteintes est supérieur à 100 : Le taux d'inoculum dans le verger est élevé. Le printemps suivant, mettre en place un programme de pulvérisations de fongicides à action préventive dès le stade de la pointe verte.

Ne pas recourir à la méthode de la dose potentielle d'ascospores dans les situations suivantes :

- Des fongicides à base de DMI (Nova/Nustar) ont été appliqués au cours de la saison, surtout s'ils l'ont été pour leur action post-infection. Ces fongicides inhibent les lésions de tavelure sans les détruire, et cette inhibition cesse à l'automne. La méthode de la dose potentielle d'ascospores ne permet pas de déceler ces lésions à l'automne.
- Il se trouve dans un rayon de 200 m du périmètre du verger des pommiers sauvages infectés par la tavelure qui contribuent à propager l'inoculum.

Détermination des périodes d'infection par la tavelure du pommier

Périodes d'infection primaire

À partir du moment où la dormance est terminée chez les pommiers et que le débourrement commence, il y a risque d'infection primaire quand les trois conditions suivantes se trouvent réunies :

1. présence d'ascospores matures dans les feuilles qui jonchent le sol;
2. conditions météorologiques qui favorisent la libération des ascospores et le déclenchement d'infections;
3. protection offerte par les fongicides insuffisante pour prévenir les infections.

Au moment du débourrement, des ascospores matures sont toujours présentes dans les feuilles infectées ayant passé l'hiver dans le verger. Le nombre d'ascospores présentes dépend de la quantité d'inoculum qui se trouve sur les feuilles de l'année précédente. Le rythme auquel les ascospores parviennent à maturité sur les feuilles de l'année précédente est surtout fonction de la température.

Des chercheurs de la Cornell University ont mis au point un modèle qui établit le lien entre la température et la maturation des ascospores. Le modèle, exprimé en degrés-jours Celsius (DJC), permet de prévoir le pourcentage d'ascospores qui sont parvenues à maturité. Ce modèle est utile en ce qu'il donne une bonne idée du début, du pic et de la fin de la maturation des ascospores, mais des conditions météorologiques inhabituelles peuvent provoquer une libération considérable d'ascospores plus tôt ou plus tard que les moments prévus par le modèle.

Pour plus d'information, voir la figure 4-123, *Pourcentage cumulatif des ascospores parvenues à maturité en fonction des degrés-jours*. Le nombre de degrés-jours se calcule, pour chaque journée, à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{DJC} = \frac{(\text{Temp. max. de la journée [°C]} + \text{Temp. min. de la journée [°C]})}{2} - 0\ °\text{C}$$

Par exemple, pour une journée où le maximum est de 10 °C et le minimum de 2 °C, le nombre de degrés-jours sera de 6 DJC. À noter que pour les journées où l'une ou l'autre des températures est au-dessous du point de congélation (au-dessous de 0), on attribue la valeur 0 à cette température. On doit commencer à additionner les degrés-jours à partir du stade débourrement, c.-à-d. à partir du jour où, chez les pommiers McIntosh, les boutons sont entre le stade de la pointe argent et celui de la pointe verte.

On se sert de la somme des degrés-jours pour estimer le pourcentage des ascospores parvenues à maturité à partir de la courbe centrale de la figure 4-123. Les courbes qui encadrent la courbe centrale représentent les limites inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance de 90 % se rapportant aux estimations portées sur le graphique. Cela veut dire que dans 90 % des cas, l'estimation doit être contenue dans cet intervalle.

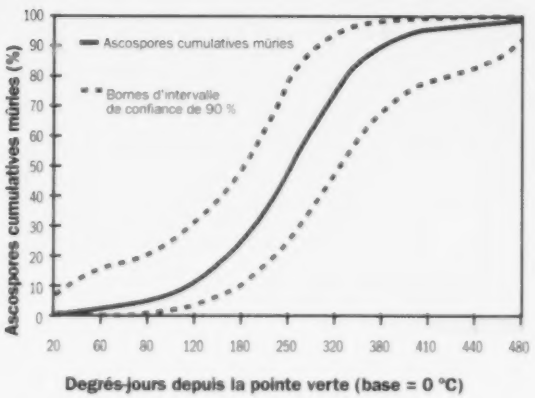


Figure 4-123. Pourcentage cumulatif des ascospores parvenues à maturité en fonction des degrés-jours.

Source : Gadoury, D.M., et MacHardy, « A model to estimate the maturity of ascospores of *Venturia inaequalis* » dans *Phytopathology*, 72:901-904, 1982

Sur ce graphique, deux points présentent un intérêt particulier :

- À 125 DJC, il y a une maturation rapide des ascospores, ce qui révèle un risque plus élevé d'infections;
- À 418 DJC, plus de 95 % de la réserve d'ascospores devrait être épuisée s'il s'est produit suffisamment d'épisodes pluvieux. Voir le tableau 4-3, *Pourcentage des ascospores à maturité qui seront libérées dans diverses conditions environnementales*. Ce point marque la fin de la saison des infections primaires. Utiliser ce modèle pour obtenir une prévision de la maturité des ascospores et de leur libération dans des vergers en particulier.

Tableau 4-3. Pourcentage des ascospores à maturité qui seront libérées dans diverses conditions environnementales

Type d'épisode de pluie	Pourcentage d'ascospores à maturité libérées
Pluie seulement la nuit	5 %
Pluie le jour < 0,25 cm; < 10 °C	25 %
Pluie le jour > 0,25 cm; < 10 °C	50 %
Pluie le jour < 0,25 cm; > 10 °C	50 %
Pluie le jour > 0,25 cm; > 10 °C	90 %

Les ascospores sont libérées quand la pluie humidifie les pseudothèces qui se trouvent sur les feuilles mortes. La plupart des spores à maturité disponibles sont libérées dans les deux heures qui suivent le début d'un épisode de pluie. La libération des ascospores est fortement conditionnée par la lumière; seulement un petit pourcentage des ascospores disponibles est libéré pendant la nuit, entre 19 h et 8 h, heure avancée de l'Est (HAE). Le plus souvent, s'il commence à pleuvoir après la tombée du jour, plus de 95 % des ascospores à maturité ne seront libérées qu'après le lever du soleil. Il est prudent de supposer que dans les vergers où l'inoculum est faible (selon les critères établis plus haut), les périodes d'infections primaires commencent à l'aube quand la pluie a commencé à tomber durant la nuit.

Dans les vergers à faible réserve d'inoculum, les ascospores ne sont pas libérées en quantité appréciable durant la nuit. Dans un verger où l'inoculum est élevé, même si le pourcentage des ascospores libérées est faible, le nombre total d'ascospores libérées sera élevé et pourra causer d'importants foyers d'infections primaires par la tavelure. Les infections secondaires (causées par les conidies) ne sont quant à elles aucunement influencées par la présence ou l'absence de lumière. Il est important de **comptabiliser les heures où les tissus restent mouillés (période de mouillage) durant la nuit** si des infections par la tavelure ont déjà été observées dans le verger ou que des soupçons pèsent sur l'efficacité véritable des traitements effectués lors des périodes d'infections antérieures.

Dans un verger à faible réserve d'inoculum, calculer la durée de la période de mouillage en utilisant la méthode suivante :

- Quand la pluie commence pendant la journée, soit entre 8 h et 19 h (HAE), compter le nombre d'heures s'écoulant à partir du début de la pluie jusqu'au moment où les feuilles sont de nouveau sèches.
- Quand la pluie commence pendant la nuit, soit entre 19 h et 8 h (HAE), compter le nombre d'heures pendant lesquelles les feuilles restent mouillées à partir de 8 h le matin.

Dans un verger où l'inoculum est élevé, calculer la longueur de la période de mouillage à partir du début de la pluie jusqu'à ce que les feuilles soient sèches, quel que soit le moment de la journée.

De la pluie est nécessaire à la libération des ascospores, et les feuilles et les fruits doivent rester mouillés pendant un certain temps pour que l'infection se déclare. La longueur de la période de mouillage requise pour que l'infection se déclare varie en fonction de la température. Le rapport entre la durée de la période de mouillage et la température est indiqué au tableau 4-4, *Relation entre la température, l'humidité et l'infection par la tavelure.*

Tableau 4-4. Relation entre la température, l'humidité et l'infection par la tavelure

Température moyenne (°C)	Durée minimale (en heures) où le feuillage doit être mouillé	
	Infection primaire (infection par ascospores)	Infection secondaire (infection par conidies)
1	40	37
2	34	33
4	27	26
5	21	23
6	18	20
7	15	17
8	13	15
9	12	13
10	11	12
11	9	10
12	8	9
13	8	9
14	7	9
15	7	9
16	6	9
17	6	8
18	6	8
19	6	8
20	6	7
21	6	7
22	6	7
23	6	8
24	6	9
25	8	11
26	11	14

Adaptation d'après Stensvand, A., D. M. Gadoury, T. Amundsen, L. Semb, et R. C. Seem. « Ascospore release and infection of apple leaves by conidia and ascospores of *Venturia inaequalis* at low temperatures » dans *Phytopathology*, 87:1046-1053, 1997.

Une fois que l'on a déterminé la durée de la période de mouillage, on calcule la température moyenne durant cette période et on consulte le tableau 4-4 pour vérifier si les feuilles sont restées mouillées assez longtemps pour que l'infection se déclare.

Périodes d'infection secondaire

Les infections secondaires par la tavelure se produisent lorsque des conidies qui proviennent de lésions primaires sur les feuilles sont propagées par les éclaboussures de pluie. Tout comme les infections primaires, les infections secondaires ne se produisent que si l'humidité apportée par la pluie est présente suffisamment longtemps à une température donnée. Comme les infections secondaires peuvent se déclarer le jour et la nuit, calculer tout le temps écoulé depuis le début de la période de pluie, indépendamment des heures où il fait jour. Les infections qui se poursuivent au cours de l'été sont le résultat de lésions causées par des conidies.

Effet de la pluie intermittente et de la rosée sur les périodes d'infection

Les périodes de rosée ou de forte humidité (plus de 90 %) contribuent aussi à la période effective de mouillage, mais, en règle générale, elles ne sont significatives que si elles ont été précédées de pluies. Il faut cumuler le nombre d'heures de mouillage durant des pluies intermittentes pour déterminer la durée d'une période d'infection, à moins que ces dernières ne soient interrompues par dix heures ou plus de temps sec et ensoleillé.

Infection des fruits

Plus l'état de maturité des fruits est avancé, plus les périodes de mouillage doivent se prolonger pour que les infections par la tavelure soient possibles. Le tableau 4-5, *Relation entre la température, la période de mouillage, le nombre de semaines après la pleine floraison et l'infection secondaire des fruits par la tavelure du pommier,* illustre cette relation.

Tableau 4-5. Relation entre la température, la période de mouillage, le nombre de semaines après la pleine floraison et l'infection secondaire des fruits par la tavelure du pommier

Température moyenne (°C)	Semaines après la floraison			
	1	5	10	15
	Heures de mouillage pour une infection de 2 % des fruits			
10	13,0	26,0	37,0	45,5
12	10,0	21,6	31,0	38,0
14	8,5	18,5	26,5	32,5
16	7,5	16,0	23,0	28,5
18	6,5	14,5	20,5	25,5
20	6,0	13,0	18,5	23,0

Adaptation d'après : Schwabe, W.F.S., A.L. Jones et J.P. Jonker. « Changes in Susceptibility of Developing Apple Fruit to *Venturia inaequalis* » dans *Phytopathology*, 74:118-121, 1984. Essais réalisés sur les cultivars Golden Delicious, Starking Delicious, Starkrimson Delicious, White Winter Pearmain.

La période pendant laquelle les fruits doivent rester mouillés pour que le champignon de la tavelure les infecte est plus longue que la période de mouillage requise pour l'infection des feuilles. Dans les vergers dont l'infection primaire des feuilles a été faible, on peut retenir la période plus longue nécessaire à l'apparition de l'infection du fruit là où seule la tavelure du fruit pose un problème. Si on ne traite pas contre la tavelure durant la saison de croissance, l'infection des feuilles est capable d'engendrer de grosses quantités d'inoculum qui libérera des ascospores en abondance l'année suivante.

Lutte contre la tavelure à l'aide de fongicides

Les fongicides sont utilisés pour lutter contre la tavelure du pommier dans la plupart des vergers commerciaux. Voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières,* pour de l'information sur l'action des différents fongicides employés contre la tavelure du pommier.

Fongicides à action protectrice

Les résidus laissés par ces fongicides inactivent et tuent les spores, ce qui empêche l'infection. Ces produits sont formulés de manière à maintenir leur adhérence au feuillage s'il pleut une fois que la bouillie a eu le temps de sécher. En cas de pluie, une faible proportion des résidus se dissout à nouveau et se trouve redistribuée sur les tissus qui avaient été traités, mais non sur les feuilles ou les fruits qui ne l'avaient pas été. Avec ces produits, il est important de bien couvrir tout le feuillage des deux côtés des feuilles et toute la surface des fruits. On applique ces fongicides sur les feuilles en train de se déployer, au moment où les infections sont imminentes.

- Entreprendre les pulvérisations juste avant la première période d'infection primaire prévue, soit entre la pointe argent et la pointe verte, et poursuivre les traitements à intervalles de sept à dix jours en optant pour les intervalles les plus rapprochés si les pluies sont fréquentes et abondantes ou que la croissance des pousses est rapide. Protéger les nouvelles pousses et les fruits en croissance, et remplacer les résidus emportés par la pluie.
- Entre la première pulvérisation de couverture et le début août, faire des traitements fongicides à intervalles variant de dix à quatorze jours, selon la fréquence des précipitations. Les fongicides du groupe des DMI font toutefois exception à la règle; dans leur cas, l'intervalle entre les pulvérisations est de sept jours indépendamment des précipitations.

Pulvérisations pré-symptômes (post-infection)

Un traitement post-infection est un traitement réalisé au cours d'une période donnée suivant le début de l'infection. Le moment où doit se faire le traitement pour que celui-ci soit efficace dépend du produit utilisé et de la température moyenne. Pour déterminer l'action en post-infection, on doit considérer l'intervalle écoulé depuis le début de l'infection. Par exemple, à 6 °C, il faudrait utiliser le captane dans les quarante-huit heures suivant le début de l'infection.

Il ne faut pas compter sur les traitements pré-symptômes (post-infection) pour combattre la tavelure. Pour que ce genre de programme de pulvérisations soit efficace, il est nécessaire de posséder un pulvérisateur bien calibré qui recouvre complètement les feuilles et les fruits sous de mauvaises conditions météorologiques. Il est indispensable de placer dans chaque verger des appareils fiables et précis pour enregistrer la température et l'humidité dans le feuillage.

Utilisation des fongicides inhibiteurs de la déméthylation (DMI)

Le Nova 40 W et le Nustar font partie des inhibiteurs de la déméthylation (DMI), un groupe de fongicides plutôt connus sous le nom d'inhibiteurs de la synthèse des stérols. Ces produits doivent être utilisés différemment des fongicides à action préventive comme le captane ou le mancozèbe.

Le principal intérêt des fongicides du groupe des DMI est leur action post-infection et pré-symptômes relativement prolongée. S'ils sont épandus dans les soixante-douze à quatre-vingt-seize heures suivant l'infection, ces produits peuvent prévenir l'établissement de nouveaux foyers d'infection de la tavelure. Toutefois, l'action préventive des fongicides du groupe des DMI ne dure généralement que trois à cinq jours.

Les fongicides du groupe des DMI ont une action systémique et n'agissent donc que s'ils sont absorbés par les tissus des feuilles et des fruits. Leur absorption prend moins d'une heure et l'efficacité du traitement n'est pas réduite par une pluie survenant au moins une heure après l'application des fongicides.

Après l'application, comme les fongicides du groupe des DMI se redistribuent peu aux tissus non atteints par la bouillie, un recouvrement uniforme est indispensable à une bonne protection contre la maladie.

Ne pas utiliser le Nova 40 W ni le Nustar avant le stade prébouton rose. Appliquer ces fongicides en les combinant avec une demi-dose d'un fongicide à action préventive par séries de deux pulvérisations consécutives séparées par un intervalle de sept à dix jours. Les fongicides DMI étant peu efficaces contre la

tavelure sur les fruits, il est déconseillé de commencer à les appliquer après la floraison. Pulvériser le Nova 40 W ou le Nustar en même temps qu'un fongicide à action préventive (p. ex. le captane), au plus soixante-douze heures après le début d'une période d'infection par la tavelure. Ne pas laisser passer plus de dix jours entre deux pulvérisations consécutives. Traiter au moins deux fois par saison de croissance et au maximum quatre fois, de préférence entre le stade prébouton rose et la première pulvérisation d'été.

Après l'application d'un DMI combiné à un fongicide à action préventive, les feuilles et les fruits ne sont protégés que pendant cinq jours. Appliquer un fongicide à action préventive avant la poussée de tavelure suivante. Faire suivre au besoin d'un programme fongicide préventif pendant le reste de la saison de croissance. Voir également *Résistance aux fongicides,* p. 138.

Utilisation de fongicides à base de strobilurines

Le Sovran et le Flint 50 WG font partie du groupe de fongicides, appelé strobilurines (ou inhibiteurs du site d'oxydation du coenzyme Q situé sur la face externe du cytochrome). Ces produits ont une bonne action post-infection et protectrice contre la tavelure du pommier et le blanc (oïdium). Ne pas utiliser le Sovran ni le Flint 50 WG avant le stade prébouton rose. Faire des pulvérisations jumelées, à dix jours d'intervalle. En raison du mode d'action de ce groupe de fongicides, il est important de respecter les stratégies visant à prévenir l'apparition de souches résistantes. Avant de revenir au Sovran ou au Flint 50 WG, faire deux traitements avec un fongicide appartenant à un autre groupe chimique. Après un traitement au Sovran ou au Flint 50 WG, la protection des tissus végétaux dure de cinq à huit jours. En cas de croissance rapide des arbres, traiter à intervalles plus courts.

Les fongicides à base de strobilurines sont parfois phytotoxiques pour certaines autres cultures fruitières (c'est notamment le cas du Sovran pour les cerises douces et du Flint pour le raisin Concord). Toujours vérifier les mises en garde indiquées sur l'étiquette.

Utilisation de fongicides à base d'anilinopyrimidines (AP)

Le Vangard et le Scala font partie des anilinopyrimidines. Ces produits préviennent efficacement la tavelure, mais sont inefficaces contre d'autres maladies des feuilles ou des fruits (blanc, rouille du genévrier). Pour lutter contre la tavelure, ne pas dépasser deux applications par saison de croissance, celles-ci devant être faites strictement avant la floraison. Le Scala est homologué comme traitement à faire avant la cueillette pour maîtriser des maladies qui sévissent après la cueillette.

À la fois le Scala et le Vangard sont efficaces surtout quand il fait frais; ils procurent jusqu'à quarante-huit à soixante-douze heures d'action post-infection contre la tavelure. Dans des essais menés dans la vallée de l'Hudson, dans l'État de New York, ces produits ont procuré une maîtrise de la tavelure comparable à celle que procure le mancozèbe employé comme traitement préventif, et une maîtrise supérieure à celle du mancozèbe au cours d'un essai où une action rapide (moins de soixante-douze heures après l'infection) revêtait une importance capitale. Leur efficacité est toutefois réduite dans les vergers où la tavelure affiche une résistance aux fongicides du groupe des DMI.

Lutte contre la tavelure du pommier sous de mauvaises conditions atmosphériques

Il arrive souvent que plusieurs jours de temps doux et pluvieux se suivent au printemps. Ces conditions atmosphériques favorisent l'apparition d'infections par la tavelure du pommier. Il est alors souvent difficile de garder une quantité suffisante de fongicide sur les arbres fruitiers pour assurer la protection du feuillage et des fruits en plein développement.

Si les arbres ne semblent pas bien protégés, il est préférable de pulvériser un fongicide préventif entre deux averses que de ne faire aucun traitement. Dans un tel cas, il faut se servir d'un fongicide ayant de bonnes propriétés de rétention. Par exemple des produits à base de mancozèbe comme le Dithane, le Manzate et le Penncozeb, ont de bonnes propriétés de rétention.

Un traitement post-infection s'impose si le fongicide à action préventive est trop dilué pour empêcher le champignon de la tavelure de s'attaquer au feuillage ou aux fruits.

S'il y a infection, les taches de la tavelure deviendront visibles sur le feuillage et sur les fruits environ neuf jours plus tard à 20 °C, ou de quatorze à vingt et un jours plus tard si la température moyenne est à 12 °C ou moins. Une fois les taches apparues, il faut éviter d'utiliser des fongicides auxquels les pommiers risquent fort de devenir résistants (DMI, strobilurines) et s'employer plutôt à prévenir la propagation des infections aux tissus encore sains.

Des vents forts peuvent nuire aux pulvérisations en faisant dériver les pesticides loin de la cible visée. On peut réduire les risques de dérive en faisant les pulvérisations le soir ou en matinée. Abaisser la trajectoire du jet pulvérisé dans le vent peut faciliter l'application du fongicide, mais il faut veiller au bon recouvrement de la cime des arbres.

Lutte contre la tavelure secondaire

En utilisant le modèle fondé sur la somme des degrés-jours Celsius (DJC), on est en mesure de déterminer la fin de la saison des infections primaires. Quand 418 DJC se sont accumulés, plus de 95 % des ascospores sont mûres et après une pluie d'une certaine abondance, la plupart des ascospores de la saison de croissance sont libérées. Voir figure 4-123, p. 133. Passé ce stade, attendre deux semaines avant d'examiner les arbres pour vérifier si la tavelure est encore présente. En effet, les lésions peuvent mettre quatorze jours à apparaître après une période d'infection par le champignon de la tavelure. S'assurer de vérifier de près dans la partie supérieure des arbres de haute tige, dans le centre des arbres au feuillage dense et en tout autre endroit qui risquerait de ne pas avoir été suffisamment recouvert par la bouillie fongicide.

Dans un verger où les infections primaires ont été maîtrisées, on peut réduire les doses de fongicides (en adoptant la dose inférieure de la fourchette indiquée sur l'étiquette) et allonger l'intervalle entre les pulvérisations pendant le reste de la saison de croissance. Certains producteurs réussissent à se passer complètement de fongicides durant les mois d'été quand ils maîtrisent l'éclosion des foyers d'infections primaires. Par contre, si l'on constate des lésions de tavelure, on doit maintenir le programme de pulvérisations fongicides jusqu'à la fin de la saison de croissance.

Résistance aux fongicides

Comme l'apparition d'une résistance à plusieurs des groupes de fongicides employés par les pomiculteurs est à craindre chez l'agent de la tavelure, il est primordial de tout mettre en œuvre pour réduire ce risque au minimum. Voici les stratégies à adopter pour éviter ou maîtriser l'apparition de populations d'agents de la tavelure du pommier résistant aux fongicides dans les vergers :

- Toujours utiliser en alternance des produits de différents groupes chimiques dans le cadre d'un programme de pulvérisations. Voir les produits utilisés sur les pommes dans la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*
- Ne jamais dépasser le nombre maximal de traitements indiqué dans la publication 360F du MAAARO.
- Toujours utiliser la pleine dose d'un inhibiteur de la déméthylation avec une demi-dose d'un fongicide à action préventive.
- Ne pas sauter les pulvérisations prévues au stade de la pointe verte.
- Accepter de faire les pulvérisations de Supra Captan, Maestro, Dikar, Manzate, Dithane, Penncozeb et Polyram, sous la pluie s'il le faut, malgré la perte de l'effet rémanent. Ne pas pulvériser Nova, Nustar, Sovran, Flint, Scala ni Vangard sous la pluie.
- Toujours appliquer les fongicides pour leur action préventive avant l'infection et non une fois l'infection déclarée. Les applications faites à des fins curatives risqueraient d'encourager la sélection de populations résistant aux fongicides.

- Toujours employer les fongicides aux doses indiquées sur l'étiquette. Les doses réduites de fongicides peuvent augmenter le nombre de sujets résistants à l'intérieur du verger.
- S'assurer d'obtenir un recouvrement complet en employant le volume d'eau approprié. Ne pas se contenter de pulvériser une rangée sur deux.
- Ne pas prolonger les intervalles entre les pulvérisations au delà de ceux qui sont inscrits sur l'étiquette. Raccourcir les intervalles s'il a plu.
- Mettre en place des mesures de protection phytosanitaires afin de réduire l'importance de l'inoculum le printemps suivant.

Pour plus d'information, voir *Stratégies de gestion des résistances*, p. 21.

Ne pas pulvériser de fongicides du groupe des inhibiteurs de la biosynthèse des stérols (DMI) ou strobilurines en présence de lésions de tavelure, sous peine de favoriser l'apparition d'une résistance

Interventions phytosanitaires dans les vergers où le taux d'inoculum est élevé

Voici des pratiques qui permettent de réduire l'inoculum dans les feuilles qui restent au sol jusqu'au printemps :

- Pour ramollir les feuilles infectées par la tavelure, appliquer un engrais à base d'urée à raison de 45 kg/ha (dans 1 000 L d'eau/ha) après la fonte des neiges, mais avant le débourrement. Cette application stimulera la dégradation des feuilles par les bactéries présentes dans le sol et facilitera le travail des vers de terre qui s'en nourrissent. L'urée empêche par ailleurs momentanément la formation d'ascospores. Traiter tout le verger, y compris la végétation qui couvre le sol dans les allées entre les rangées d'arbres. Appliquer l'urée à l'aide soit d'un pulvérisateur à jet porté après avoir pris soin de fermer les buses supérieures, soit d'un pulvérisateur à rampe réglé de manière à diriger la bouillie sous le pommier et dans l'allée. Réduire les doses d'engrais azoté subséquentes de la quantité d'azote appliquée sous le feuillage. Toutefois, ne pas tenir compte de la quantité d'azote appliquée dans le milieu de l'allée, car cet azote est utilisé par le couvre-sol.
- Au printemps, déchiqueter les vieilles feuilles tombées l'automne précédent à l'aide d'une débroussailleuse, afin de stimuler leur décomposition et de renverser de nombreux morceaux de feuilles, de sorte que les ascospores soient libérées vers le sol plutôt que vers le feuillage. Régler la débroussailleuse suffisamment bas pour qu'il y ait un contact avec les feuilles au sol, puis râteler ou souffler les feuilles vers le milieu de l'allée pour les éloigner des arbres, ou incliner l'appareil de manière à atteindre les feuilles. Déchiqueter en même temps les résidus d'émondage de l'hiver. La faible hauteur de réglage nécessaire pour déchiqueter convenablement les feuilles peut dénuder le centre des allées qui seront boueuses et glissantes quand viendra le temps des premières pulvérisations de fongicides. Épandre de la chaux, à raison de 5,6 tonnes/ha au début de l'hiver, après la chute des feuilles, de manière à hausser le pH des feuilles mortes et à accroître la dégradation par les bactéries.

Cultivars résistant à la tavelure

La tavelure du pommier, causée par *Venturia inaequalis*, est la maladie la plus grave qui frappe les pommiers. L'utilisation de cultivars résistant à la tavelure écarte la nécessité de combattre cette maladie fongique. Celle-ci n'est toutefois pas la seule maladie susceptible de nuire à la production pomicole en Ontario. En effet, le blanc (oïdium), causé par *Podosphaera leucotricha*, et la brûlure bactérienne, causée par *Erwinia amylovora* sont des maladies particulièrement inquiétantes.

Il existe maintenant de nombreux cultivars qui affichent une grande résistance à la tavelure ou qui ont acquis une immunité contre elle sur le terrain. Le tableau 4-6, *Résistance des cultivars à la tavelure du pommier et à d'autres maladies*, dresse une liste partielle de cultivars résistant à la tavelure qu'on trouve sur le marché. Notons que d'autres cultivars sont en voie d'être mis au point. Certains de ces cultivars affichent aussi une résistance à d'autres maladies.

Réunir dans un même cultivar la résistance à plusieurs maladies sans pour autant perdre les qualités fruitières recherchées relève du défi. Parmi les cultivars qui affichent de bonnes qualités marchandes, figurent le Liberty (figure 4-124), le Novaspy (figure 4-125) et l'Enterprise (figure 4-126). On trouve au tableau 4-6, le degré de résistance à quelques maladies importantes et les caractères fruitiers de certains cultivars de pommiers dits résistants.

Figure 4-124. Pommes Liberty *(John A. Cline, Ph.D., Université de Guelph).*

Figure 4-125. Pommes Novaspy *(John A. Cline, Ph.D., Université de Guelph).*

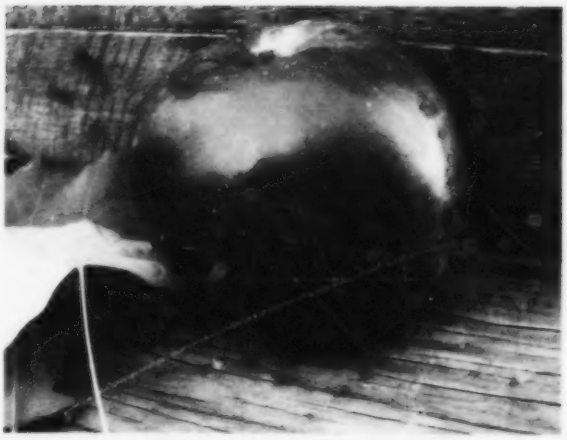


Figure 4-126. Pomme Enterprise *(John A. Cline, Ph.D., Université de Guelph).*

Les programmes de sélection axés sur la résistance aux maladies ne tiennent pas compte des affections moins répandues. Aussi, la sensibilité des cultivars étudiés à l'égard notamment de la pourriture noire, de la tache de suie, de la moucheture, de la rouille du genévrier et de la rouille du cognassier reste-t-elle à déterminer. Ces maladies sont néanmoins susceptibles d'empêcher certains cultivars dits résistants de s'adapter à une région quelconque si on n'y fait aucune pulvérisation fongicide.

Avant de planter un grand nombre de pommiers d'un cultivar dit résistant, évaluer la résistance aux maladies, la qualité fruitière et, tout spécialement, les possibilités de mise en marché de ses fruits. En raison des conditions de croissance très variables qui prévalent dans les différentes régions pomicoles de l'Ontario, le meilleur moyen d'évaluer ces cultivars consiste en l'implantation préalable d'un petit nombre d'arbres dans la région en question.

Tableau 4–6. Résistance des cultivars à la tavelure du pommier et à d'autres maladies

Cultivar	Tavelure du pommier	Blanc	Brûlure bactérienne	Rouille du genévrier	Rouille du cognassier	Utilisation optimale	Moment de la cueillette	Entreposage (mois)	Brève description des principales qualités fruitières
Belmac	R	MR	I	I	I	à couteau	fin septembre	3-4	Semblable à la McIntosh; peau lisse et luisante, rouge à 90 %, dont les surfaces vertes montrent de légères rayures rouges; chair blanche, de texture moyenne à grossière et à saveur légèrement acidulée; rustique au froid.
Britegold	R	R	R	S	S	à couteau	mi-septembre	1-2	Peau jaune; calibre moyen à gros; chair de couleur crème, sucrée, tendre et juteuse, de texture plutôt grossière; se meurtrit facilement. Pour les jardins particuliers.
Dayton	R	MR	MR	S	S	à couteau	du début au milieu de septembre	1	Peau colorée à 80-90 % d'un rouge éclatant et appétissant sur fond jaune; chair jaune pâle, ferme, croquante et juteuse, modérément acide et de texture fine. Des rapports signalent son manque de rusticité au froid. Pour les jardins particuliers.
Enterprise	R	MR	R	R	I	à couteau	mi-octobre	6	Calibre moyen; peau jaune-vert très clair et éclatant, couverte à 80-100 % de rouge moyen; chair de texture fine, de couleur jaune clair à crème, ferme, croquante et à saveur acidulée. Qualités potentielles pour le commerce. Sa maturation tardive limite son utilisation en Ontario.
Freedom	R	MR	R	MR	I	double usage	début octobre	1-2	Peau jaune, rayée de rouge sur 80 % de sa surface; gros calibre; chair de couleur crème, juteuse, ferme et tendre, modérément acide et de texture moyennement fine; lenticelles apparentes sur le fruit, dont la qualité varie d'une année à l'autre. Qualités potentielles pour le commerce.

Cultivar	Tavelure du pommier	Blanc	Brûlure bactérienne	Rouille du genévrier	Rouille du cognassier	Utilisation optimale	Moment de la cueillette	Entreposage (mois)	Brève description des principales qualités fruitières
Florina (Querina®)	R	T	MR	I	I	à couteau	I	I	Peau à 50 % rouge sur fond jaune; fruit ferme; calibre de petit à moyen; saveur sucrée; chair jaune blanchâtre, très croquante, à faible acidité. Mérite qu'on l'évalue davantage.
Goldrush	R	MR	MR	S	I	à couteau	fin octobre	5-6	Fruit de calibre moyen, jaune-vert ou à taches rouges à la cueillette, virant complètement au jaune foncé en entrepôt; chair de texture moyenne ou grossière, ferme, légèrement acide, à l'arôme agréable. Qualités potentielles pour le commerce. Du fait de sa maturité tardive, ne se cultive pas partout en Ontario.
Jonafree	R	MR	MR	S	MR	à couteau	début octobre	2-3	Peau rouge à 90-95 %; calibre moyen; chair jaune clair, croquante et juteuse, très ferme, de texture fine, modérément acide, à l'arôme agréable. Qualités potentielles pour le commerce.
Liberty	R	R	R	R	MR	à couteau	fin octobre	4-5	Peau jaunâtre couverte de rouge foncé sur 90 % de sa surface, un peu rayée; chair modérément acide, ayant une bonne saveur, jaunâtre, juteuse, croquante, de texture fine. Qualités potentielles pour le commerce. L'un des meilleurs cultivars résistant à la tavelure pour les régions productrices de McIntosh.
Macfree	R	MR	MR	R	S	double usage	début octobre	2-3	Peau jaune verdâtre, colorée à 75 % de rouge moyen; calibre de moyen à petit; chair juteuse, d'un blanc légèrement teinté de vert, ferme, de texture mi-grossière, agréable, modérément acide. Appétibilité moyenne.

Cultivar	Tavelure du pommier	Blanc	Brûlure bactérienne	Rouille du genévrier	Rouille du cognassier	Utilisation optimale	Moment de la cueillette	Entreposage (mois)	Brève description des principales qualités fruitières
McShay	R	S	I	I	I	à couteau	mi-septembre	2-3	Peau verte, rehaussée à 70 % de taches rouge foncé; semblable à la McIntosh; chair modérément ferme, de texture fine, juteuse, de saveur délicate, peu acide.
Moira	R	S	S	R	S	double usage	début octobre	2-3	Peau rouge; calibre de moyen à petit; chair de couleur crème teintée de vert. Appétibilité moyenne.
Murray	R	R	MR	R	S	à couteau	fin août	< 1	Peau rouge; calibre moyen; chair molle, blanche et juteuse, de texture fine. Pour les jardins particuliers.
Nova Easygro	R	R	S	R	S	à couteau	fin septembre	2-3	Peau jaune verdâtre, rayée ou brossée de rouge moyen; calibre moyen; chair blanc crème, de texture modérément fine, ferme, croquante, modérément juteuse, peu acide. Pour les jardins particuliers.
Novamac	R	MR	I	R	S	à couteau	début septembre	3-4	Fruit de calibre moyen; peau jaune verdâtre, rougie ou rayée à 50-90 % de rouge moyen; chair blanc crème, de texture fine, tendre, assez croquante, juteuse et modérément acide; semblable à la McIntosh. Qualités potentielles pour le commerce.
Novaspy	R	MR	I	S	S	double usage	mi-octobre	4-5	Semblable à la Northern Spy; peau jaune verdâtre, rougie ou rayée de rouge foncé. Chair jaune crème, de texture fine, très ferme, croquante, assez tendre, juteuse et modérément acide. Qualités potentielles pour le commerce.
Prima	R	MR	MR	S	S	double usage	mi-septembre	1	Peau jaune colorée de rouge clair sur 60-80 % de sa surface; chair croquante et juteuse, modérément acide et de texture moyenne. Pommier peu résistant au froid. Pour les jardins particuliers.

Cultivar	Tavelure du pommier	Blanc	Brûlure bactérienne	Rouille du genévrier	Rouille du cognassier	Utilisation optimale	Moment de la cueillette	Entreposage (mois)	Brève description des principales qualités fruitières
Primevère	R	I	I	S	S	à couteau	mi-octobre	6	Fruit rouge foncé, éclatant et luisant, légèrement conique; chair de texture allant de moyenne à grossière, vert clair ou blanche, ferme et croquante. Qualités potentielles pour le commerce.
Priscilla	R	R	R	R	I	double usage	début octobre	2	Peau jaune clair brossée à 70-90 % d'un rouge éclatant; chair croquante, de texture moyenne, juteuse, de saveur délicate, peu acide, avec un goût de réglisse; fruits de calibre parfois petit. Pour les jardins particuliers.
Pristine	R	R	MR	S	MR	à couteau	début août	1	Fruit de calibre moyen; peau jaune-vert clair à la cueillette devenant jaune intense et modérément parsemée de taches orangées à maturité; chair jaune clair, croquante, de texture moyenne ou fine, et de saveur allant de modérément acide à sucrée.
Redfree	R	MR	MR	R	S	à couteau	fin août	1-2	Peau jaune colorée à 80-90 % d'un rouge moyen brillant; chair ferme, de couleur crème claire, de texture moyenne, croquante, juteuse, à saveur délicate et peu acide; maturation inégale. Qualités potentielles pour le commerce; cueillette en fin d'août ou au début de septembre. Un éclaircissage important s'impose si l'on veut obtenir des fruits de bon calibre et éviter une fructification bisannuelle.
Richelieu	R	MR	MR	S	S	double usage	début septembre	2-3	Peau rayée à 60-65 % de rouge moyen sur fond vert ou jaune clair; calibre moyen; chair blanche, tendre, juteuse, de texture fine et de saveur douce à acidulée.

Cultivar	Tavelure du pommier	Blanc	Brûlure bactérienne	Rouille du genévrier	Rouille du cognassier	Utilisation optimale	Moment de la cueillette	Entreposage (mois)	Brève description des principales qualités fruitières
Rouville	R sensible à la race 5	I	I	I	S	de transf	début septembre	2	Gros fruit, légèrement rayé à 75-80 % de rouge moyen sur fond vert clair ou jaune; calibre moyen; chair blanche, tendre, juteuse, de texture fine, à saveur douce à acidulée.
Sir Prize	R	MR	MR	S	S	double usage	début octobre	2-3	Peau jaune, parfois légèrement brossée de rouge; sensible à la roussissure; calibre gros; se meurtrit facilement; chair juteuse, croquante et très tendre. Triploïde, pollinisateur médiocre. Pour les jardins particuliers.
Trent	R	MR	MR	S	S	double usage	fin octobre	6	Peau rouge; calibre de moyen à gros; chair ferme, juteuse, de couleur crème légèrement teintée de vert, de texture quelque peu grossière. Prédisposé à la tache amère.
William's Pride	R	MR	MR	R	S	à couteau	mi-août	1-1,5	Peau jaune verdâtre ou pâle, rehaussée de rouge foncé, plutôt brillante; calibre de moyen à gros; chair de couleur crème claire, de texture moyenne, légèrement acide, très croquante et ferme. Échelonnement de la cueillette indispensable. Prédisposé à la maladie vitreuse et à la tache amère. Pour les jardins particuliers.

* Les évaluations des cultivars n'ont pas toutes été faites en Ontario. Le cas échéant, les données proviennent de la source consultée.

Cotes de résistance aux maladies

R – résistant (aucune mesure de lutte nécessaire).

MR – modérément résistant (des mesures de lutte peuvent être nécessaires là où la pression exercée par la maladie est forte).

S – sensible (mesures de lutte nécessaires dans les régions où la maladie est répandue).

I – résistance inconnue.

Entreposage – nombre de mois en entrepôt frigorifique, à 1 °C.

Utilisation optimale – de transformation (jus, compote, garniture de tarte); à couteau (fruits frais); à double usage (à couteau et de transformation).

Moment de la cueillette – observé ou estimé en fonction des conditions climatiques de l'Ontario.

Tableau 4-7. Années de lancement des cultivars résistant à la tavelure

Cultivars de pommiers résistant à la tavelure		
Cultivar	**Année de lancement**	**Provenance[1]**
Belmac	1996	AAC, St-Jean (QC)
Britegold	1980	FES d'AAC
Dayton	1987	PRI
Enterprise	1993	PRI
Freedom	1983	NYSAES, NY
Florina (Querina®)	1977	INRA, France
Goldrush	1973	PRI
Jonafree	1979	PRI
Liberty	1978	NYSAES, NY
Macfree	1974	FES d'AAC
McShay	1988	Univ. Oregon State, Purdue et Illinois
Moira	1978	FES d'AAC
Murray	1980	FES d'AAC
Nova Easygro	1996	AAC, Kentville (N.-É.)
Novamac	1997	AAC, Kentville (N.-É.)
Novaspy	1978	AAC, Kentville (N.-É.)
Prima	1986	PRI
Primevère	1970	AAC, St-Jean (QC) et PRI
Priscilla	1972	PRI
Pristine	1994	PRI
Redfree	1981	PRI
Richelieu	1983	AAC, St-Jean (QC)
Rouville	1983	AAC, St-Jean (QC)
Sir Prize	1975	PRI
Trent	1979	FES d'AAC
William's Pride	1988	PRI

[1] **PRI** – Fruit d'une coopération entre les universités Purdue, Rutgers et Illinois.
AAC – Agriculture et Agroalimentaire Canada.
FES d'AAC – Ferme expérimentale de Smithfield, Trenton (Ont.) (fermée).
NYSAES, NY – New York State Agriculture Experimental Station, Geneva, NY.
INRA, France – Institut national de recherche agronomique, Angers, France.

Blanc (oïdium)

Le champignon responsable du blanc, *Podosphaera leucotricha*, ne survit que sur les tissus vivants de l'hôte (parasite obligatoire). Il infecte toutes les parties aériennes des pommiers, poiriers et cognassiers, y compris les pousses vertes, les feuilles, les fleurs et les fruits.

Symptômes

Les premiers symptômes du blanc apparaissent au printemps sur les bourgeons infectés, de trois à quatre jours après leur éclosion. Les fleurs infectées ne s'ouvrent souvent qu'avec plusieurs jours de retard ou peuvent être détruites si les températures hivernales sont très basses. Quand les conditions sont propices à sa prolifération, le champignon finit par recouvrir les feuilles et les fleurs. Les symptômes du blanc sur les feuilles des nouvelles pousses se manifestent par des plaques de feutre mycélien blanc renfermant le mycélium et des chaines de conidies (spores asexuées) qui tôt ou tard forment des colonies et recouvrent les feuilles et les pétioles (figure 4-127). Normalement, le champignon colonise d'abord la face inférieure des feuilles. Les colonies sont observées sur la face supérieure des feuilles quand les conditions environnementales ont été propices à la prolifération du champignon (figure 4-128). Les feuilles infectées deviennent lancéolées, repliées, décolorées et cassantes. Leur pourtour prend souvent une coloration rouge tirant sur le rose. À la mi-été, il n'est pas rare que les feuilles infectées brunissent et meurent prématurément. Les fleurs infectées semblent couvertes d'une fine poudre blanche. Chez les cultivars moins sensibles, comme le Red Delicious, les feuilles infectées présentent des taches pâles mal définies aux contours

rougeâtres ou lavande. Le blanc réduit la vigueur de la croissance végétative, la rusticité au froid et la productivité. Les infections qui se déclenchent durant la floraison compromettent la nouaison ou provoquent l'apparition d'une roussissure sur le fruit (figure 4-129). Les fruits présentant de la roussissure sont déclassés au rang de pommes à jus.

Figure 4-127. Les symptômes du blanc sur les feuilles se manifestent par des plaques de feutre mycélien blanc aux contours d'un rouge tirant sur le rose.

Figure 4-128. Les colonies du champignon responsable du blanc se forment généralement sur la face inférieure des feuilles.

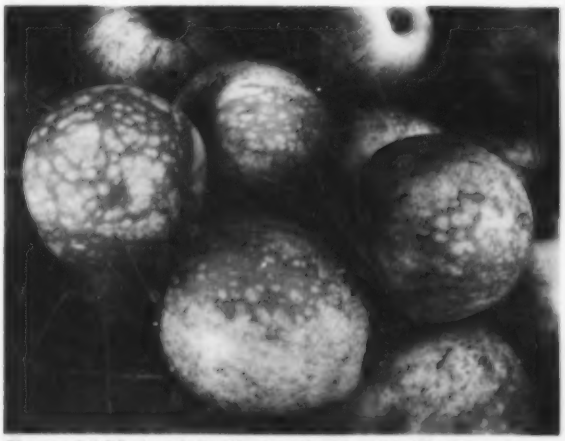


Figure 4-129. Les infections précoces des boutons par le blanc se traduisent par la présence d'une roussissure réticulée sur le fruit.

Les pousses et les bourgeons colonisés, surtout chez les jeunes arbres, manquent de vigueur et sont moins productifs et plus sensibles aux dommages causés par l'hiver. Des températures inférieures à -24 °C tuent la plupart des bourgeons infectés, tandis que des bourgeons sains survivent à des températures aussi basses que -26 à -30 °C. Même si les très grands froids réduisent la survie des bourgeons infectés, ils réduisent également le potentiel pathogène de l'inoculum.

À la fois les pousses latérales et les pousses terminales peuvent être infectées aussi peu que un mois suivant leur formation. Le champignon peut rester à l'état dormant dans les bourgeons infectés jusqu'au débourrement le printemps suivant. Même si les bourgeons latéraux restent sensibles aux infections pendant plus longtemps, les bourgeons terminaux sont plus enclins à abriter le champignon pendant l'hiver.

Cycle biologique

Le champignon responsable du blanc hiverne à l'état de filaments (mycélium) dans les boutons (bourgeons à fruits) en dormance qui ont été colonisés l'été précédent (figure 4-130). Quand les boutons éclatent au printemps, le champignon se propage aux feuilles, pousses et fleurs naissantes. Le mycélium s'étend sur la surface des tissus et produit des chaînes de conidies qui donnent aux feuilles un aspect poudreux.

Figure 4-130. Champignon responsable du blanc colonisant un bourgeon terminal à l'automne; noter le feutre mycélien blanc qui recouvre le bourgeon.

Les conidies produites par le mycélium hivernant servent de source primaire d'inoculum le printemps venu. Elles sont facilement dispersées par le vent vers des tissus sensibles se trouvant sur le même arbre ou sur d'autres arbres. Seules les nouvelles feuilles sont sensibles aux infections. Elles ne le restent que pendant quelques jours après leur sortie. Les fruits quant à eux peuvent devenir infectés entre le bouton rose avancé et la pleine floraison. Les conidies qui entrent en contact avec des tissus sensibles germent quand les températures se situent entre 10 et 25 °C, les conditions optimales pour la germination étant des températures se situant dans la fourchette de 19-22 °C et une humidité relative élevée (90 %). Certaines conidies germent sous une humidité relative aussi basse que 70 %. Contrairement à d'autres maladies cryptogamiques (causées par des champignons), le blanc n'a pas besoin que les feuilles restent mouillées pour se déclarer. En fait, les conidies ne germeront pas si elles sont baignées d'eau et il n'est pas rare que la pluie ou la rosée lave les feuilles des conidies. Sous des conditions favorables au champignon, celui-ci produit abondamment de conidies sur les pousses infectées et les jeunes feuilles, ce qui donne lieu à une accumulation rapide de l'inoculum. L'agent pathogène continue de se propager jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de jeunes tissus sensibles.

Surveillance et lutte

Au cours des opérations de dépistage, rechercher des pousses et des bourgeons terminaux infectés.

Les cultivars commerciaux de pommiers n'ont pas tous la même sensibilité au blanc. Afin de faciliter les pulvérisations supplémentaires de fongicides qui seraient nécessaires sur les blocs de pommiers plus sensibles, ne pas planter des cultivars moins sensibles au milieu de cultivars sensibles au blanc. Le tableau 4-8, *Sensibilité des cultivars de pommiers au blanc*, un certain nombre de cultivars de pommiers et indique pour chacun leur sensibilité au blanc.

Tableau 4-8. Sensibilité des cultivars de pommiers au blanc

Cultivar	Sensibilité
Rome Beauty	Très sensible
Cortland	Très sensible
Idared	Très sensible
Paulared	Très sensible
Gala	Moyennement sensible
Mutsu	Moyennement sensible
Golden Delicious	Moyennement sensible
Jonagold	Moyennement sensible
Jonamac	Moyennement sensible
Wealthy	Moyennement sensible
Macfree	Moyennement sensible*
Red Delicious	Légèrement sensible
McIntosh	Légèrement sensible
Empire	Légèrement sensible
Northern Spy	Légèrement sensible
Freedom	Légèrement sensible*
Jonafree	Légèrement sensible*
Liberty	Résistant*

*Cultivars résistant à la tavelure

Bon nombre de fongicides utilisés pour lutter contre la tavelure contribuent à maîtriser temporairement les infections par le blanc. Toutefois, les infections par le blanc surviennent souvent au cours de périodes de temps très chaud et humide lorsque les arbres sont en croissance rapide et que les infections par la tavelure

sont improbables. Les fongicides utilisés contre la tavelure ne sont pas tous très efficaces contre le blanc. S'assurer que les programmes de pulvérisation comprennent des fongicides qui agissent à la fois contre la tavelure et contre le blanc. Des pulvérisations supplémentaires peuvent être nécessaires à la maîtrise du blanc chez les cultivars sensibles comme Idared, Cortland et Paulared.

Commencer les traitements fongicides visant à limiter et à prévenir les infections par le blanc au stade du prébouton rose et les poursuivre jusqu'à ce que la croissance des pousses terminales soit terminée. Faire les traitements fongicides contre le blanc avant que les infections ne se déclarent (traitements préventifs). Des pulvérisations faites tôt dans la saison (surtout entre le prébouton rose et le calice) sont la clé d'une lutte efficace contre le blanc. Pour une liste des fongicides et des moments indiqués pour les traitements contre le blanc, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Rouilles

La rouille du genévrier, causée par *Gymnosporangium juniperi-virginianae*, et la rouille du cognassier, attribuable à *Gymnosporangium clavipes*, sont deux maladies distinctes causées par des espèces de champignons différentes mais apparentées. Ces maladies ont un cycle biologique complexe qui se déroule sur deux années et sur deux hôtes différents.

En Ontario, les infections des pommiers par des rouilles ne sont répandues que dans la vallée de l'Outaouais et à l'extrémité est du lac Ontario (région de Quinte), là où les genévriers de Virginie poussent en abondance. Occasionnellement, les rouilles apparaissent dans d'autres régions de l'Ontario, là où l'on retrouve des genévriers ornementaux infectés et des conditions météorologiques propices aux infections. Le thuya occidental *(Thuja occidentalis)* n'est pas un hôte intermédiaire des agents responsables de ces deux maladies.

Comme c'est le cas de nombreuses rouilles, deux hôtes sont nécessaires à la survie des agents pathogènes, soit le genévrier de Virginie l'hiver et le pommier l'été. Si elles ne sont pas maîtrisées, ces maladies sont particulièrement dévastatrices pour les pommiers, car elles provoquent une défoliation complète et font perdre toute la récolte.

Rouille du genévrier

Le genévrier de Virginie *(Juniperus virginianae)* est l'hôte intermédiaire de l'agent responsable de la rouille du genévrier. Toutefois, les symptômes observés sur cette espèce sont totalement différents de ceux qui se manifestent sur le pommier. La rouille du genévrier infecte à la fois les feuilles et les fruits des cultivars de pommiers sensibles.

Symptômes

Les symptômes commencent à apparaître sur la face supérieure des feuilles de pommiers peu après la floraison. Les feuilles qui ont trois ou quatre semaines affichent une assez bonne résistance aux infections, mais les feuilles plus jeunes ainsi que les fruits présentent une sensibilité qui varie selon les cultivars. De petites taches jaune pâle apparaissent sur la face supérieure des feuilles (figure 4-131) et sur les fruits (figure 4-132). Tôt ou tard, de petits points noirs (spermogonies) apparaissent au centre des lésions. Les lésions grossissent et prennent une teinte plus orangée, souvent entourée d'un contour rougeâtre.

Figure 4-131. Symptômes foliaires de la rouille du genévrier.

Figure 4-132. Symptômes de la rouille du genévrier sur un fruit.

Les symptômes de la rouille sur les feuilles d'aubépine (parfois appelée cenellier au Canada) ressemblent beaucoup aux symptômes foliaires de la rouille du genévrier. Cette rouille s'attaque uniquement aux feuilles de pommiers et de poiriers; elle affecte particulièrement les cultivars McIntosh et Cortland.

Cycle biologique

L'agent de la rouille du genévrier hiverne sur un hôte intermédiaire, le genévrier de Virginie *(Juniperus virginianae)* ou un autre hôte, sous forme de mycélium, à l'intérieur de galles brunes et rondes de 10-30 mm de diamètre (figure 4-133). Les symptômes commencent à apparaitre à peu près au moment où les pommiers sont au stade du bouton rose avancé, après une pluie ou une rosée ayant laissé les feuilles mouillées. Les galles qui se forment sur le genévrier de Virginie produisent des téleutospores, qui sont des expansions en forme de cornes de 10-20 mm de long, qui deviennent jaune orangé et gélatineuses. Les téleutospores produisent sur les cornes des téliospores qui libèrent des basidiospores portées par le vent. Ces dernières infectent uniquement les feuilles et les fruits des pommiers sensibles au cours des pluies du printemps (figure 4-134).

Figure 4-133. Galle de la rouille du genévrier sur un genévrier.

Figure 4-134. Téleutospores en forme de cornes poussant sur les galles durant ou peu après la pluie.

La plupart des basidiospores sont libérées durant la période s'étendant entre les stades prébouton rose et calice du pommier. Les galles de la rouille du genévrier meurent une fois les spores libérées, mais les cornes peuvent gonfler et s'assécher plusieurs fois, libérant des spores au cours de pluies intermittentes. Les spores sont libérées dès que la pluie commence. Au contraire de la tavelure, une brève période de mouillage de quatre à six heures à 10-24 °C peut donner lieu à une infection grave (voir tableau 4-9, *Nombre approximatif d'heures de mouillage nécessaires au déclenchement d'infections par la rouille du genévrier sur les feuilles des cultivars sensibles*). En règle générale, de longues périodes de mouillage autour du stade calice sont particulièrement dommageables. Tandis qu'un

fort taux d'humidité (> 85 %) pendant de longues périodes suffit à provoquer la libération des spores, il faut de l'eau libre pour que l'infection se déclare. Les spores se disséminent sur une distance maximale de 6-8 km, mais la plupart des infections surviennent quand les hôtes intermédiaires se situent à moins de quelques centaines de mètres. Vers la fin de l'été, des structures en forme de réceptacles apparaissent sur le revers des feuilles et sur les fruits. Ces structures libèrent des spores disséminées par le vent vers les genévriers de Virginie. Les spores infectent les feuilles du genévrier de Virginie de la mi-été jusqu'en automne. Des galles verdâtres sont produites le printemps suivant, mais elles ne parviennent à maturité et ne sont prêtes à infecter les pommes que le printemps suivant.

La rouille du genévrier ne peut se propager de pommier à pommier ni de genévrier à genévrier, car le champignon doit obligatoirement passer en alternance d'un hôte à un autre au cours des deux années que dure son cycle biologique.

Tableau 4-9. Nombre approximatif d'heures de mouillage nécessaires au déclenchement d'infections par la rouille du genévrier sur les feuilles des cultivars sensibles

Température moyenne (°C)	Degré de l'infection[1]	
	Légère	Grave
3	24	-
4	12	24
6	8	10
8	6	7
10	5	6
12	4	5
14	3	5
16	3	4
18	3	4
20-24	2	4

[1]Source : Aldwinckle, H.S., R.C. Pearson et R.C. Seem. « Infection periods of *Gymnoporangium juniperi-virginianae* on apple » dans *Phytopathology*, 70:1070-1073, 1980. Dans l'hypothèse où l'inoculum de la rouille du genévrier (galles orangées renflées) est présent au début de la pluie. Si l'inoculum n'est pas déjà présent (période de sécheresse avant la pluie), ajouter quatre heures à des températures supérieures à 10 °C et six heures à des températures de 8-10 °C. L'infection est peu probable à des températures inférieures à 8 °C si l'inoculum n'est pas déjà présent.

Surveillance et lutte

Les cultivars de pommiers n'ont pas tous la même sensibilité aux rouilles (voir tableau 4-10).

Tableau 4-10. Sensibilité des cultivars de pommiers aux rouilles

Rouille du genévrier	Cultivars
Assez résistants	Empire, Liberty, Macfree, McIntosh, Northern Spy, Novamac, Paulared, Red Delicious, Spartan
Très résistants	Golden Delicious, Idared, Mutsu, Russet
Rouille du cognassier	**Cultivars**
Assez résistants	Idared, Jonafree, Liberty, McIntosh, Redfree, Spartan
Très résistants	Empire, Golden Delicious, Mutsu, Northern Spy, Red Delicious

Du début mai à la mi-juin, évaluer les risques d'infection des pommiers par les rouilles en observant les hôtes intermédiaires qui se trouvent aux abords du verger. La présence de galles produisant des masses de spores orangées ferait craindre des infections.

Il faudrait, en théorie, débarrasser le voisinage du verger des pommiers sauvages et des hôtes intermédiaires des agents responsables des rouilles. En pratique, cela n'est pas possible. Il faut se contenter d'enlever et de brûler les galles de rouille des genévriers ornementaux de valeur et planter des cultivars d'espèces ornementales qui affichent une résistance aux rouilles.

La plupart des fongicides homologués contre la tavelure procurent également une bonne maîtrise des rouilles. Si la pression exercée par les rouilles est faible (peu de galles ou temps sec), les pulvérisations de fongicides dirigées contre la tavelure et efficaces contre les rouilles suffiront probablement à les maîtriser. Toutefois, dans les vergers où une rouille a sévi, des traitements fongicides à action protectrice dirigés spécifiquement contre la tavelure du pommier risquent de ne pas être suffisants durant la période allant du prébouton rose ou du bouton rose avancé à la fin du calice. Si les cultivars affichent une résistance à la tavelure mais sont sensibles aux rouilles, des traitements spécifiquement dirigés contre les rouilles sont nécessaires.

Rouille du cognassier

La rouille du cognassier s'attaque à un vaste éventail de végétaux de la famille des rosacées (plus de 480 espèces), notamment le sorbier d'Amérique, l'aubépine, le cognassier et l'amélanchier. Les hôtes intermédiaires de la rouille du cognassier comprennent le genévrier de Virginie, le genévrier commun (*Juniperus communis*) et plusieurs espèces de genévriers ornementaux. La rouille du cognassier infecte uniquement les fruits, et non les feuilles, des pommiers et des poiriers.

Symptômes

Les jeunes pommes sont très sensibles à la rouille du cognassier pendant environ deux semaines. La rouille du cognassier infecte uniquement les fruits des cultivars de pommiers sensibles. La cuvette oculaire du fruit infecté est brun verdâtre et déformée (figure 4-135). Tôt ou tard, les tissus des pommes infectées brunissent et deviennent spongieux.

Figure 4-135. Jeune pomme Red Delicious infectée par la rouille du cognassier.

Cycle biologique

Le cycle biologique de la rouille du cognassier ressemble à celui de la rouille du genévrier. L'agent responsable de la rouille du cognassier hiverne dans des renflements fusiformes sur les branches et rameaux des genévriers qui leur servent d'hôtes, notamment sur le genévrier de Virginie. Ces renflements sont une source d'inquiétude pendant plusieurs années. Des basidiospores sont libérées d'une masse gélatineuse orangée qui se forme sur les galles après des périodes de pluie ou de forte humidité survenues du stade du bouton rose avancé à celui de la nouaison des pommiers. Des températures supérieures à 16 °C sont nécessaires au déclenchement des infections. Les jeunes fruits du pommier sont très sensibles aux infections pendant environ deux semaines.

La rouille du cognassier infecte uniquement les fruits des cultivars de pommiers sensibles. Aucune spore n'est produite sur les pommes infectées. Les genévriers de Virginie sont réinfectés par les cognassiers, aubépines, amélanchiers et autres hôtes de la famille des rosacées. Tout comme le cycle biologique de la rouille du genévrier, celui de la rouille du cognassier se déroule sur deux ans, en alternance sur des hôtes différents.

Surveillance et lutte

Voir la même rubrique sous *Rouille du genévrier*, p. 149, pour de l'information sur la surveillance et la maîtrise des rouilles.

Maladies d'été

Les taches de suie et la moucheture sont deux maladies d'été qui se manifestent sur les fruits du milieu de l'été à la cueillette. Ces maladies sont présentes dans toutes les régions pomicoles de l'est de l'Amérique du Nord et y causent les dommages les plus lourds dans les régions du centre et du sud. On aperçoit parfois des mouchetures et des taches de suie sur les pommes des vergers commerciaux de l'Ontario. Ces maladies sont plus problématiques depuis quelques années, surtout les étés secs lorsque les producteurs réduisent les pulvérisations de fongicides contre la tavelure.

Les symptômes des deux maladies se manifestent souvent simultanément. Les champignons responsables des taches de suie et de la moucheture hivernent sur des pousses mortes de nombreuses espèces ligneuses, dont celles des pommiers ainsi que les cannes des framboisiers et des mûriers sauvages. Les agents responsables des deux maladies sont favorisés par des températures modérées, de forts taux d'humidité et des pluies abondantes. Il doit y avoir de l'eau libre à la surface du fruit pour que les infections se produisent. Les deux champignons ne prolifèrent qu'à la surface des fruits; ils n'endommagent pas la chair.

Moucheture

Cette maladie, la plus fréquente des deux maladies d'été, est causée par le champignon *Schizothyrium pomi* (= *Zygophiala jamaicensis*).

Symptômes

Dans les vergers commerciaux de l'Ontario, les fruits sont en règle générale plus souvent atteints de la moucheture que des taches de suie et ce, probablement parce que des résidus de fongicides plus faibles suffisent à maîtriser efficacement les taches de suie. La moucheture se présente comme de petits points noirs, luisants et nettement définis, d'environ 0,5 mm de diamètre, réunis par petits groupes qui en comptent quelques-uns ou de nombreux à la surface du fruit (figure 4-136). Ce sont des organes de fructification appelés thyriothèces, qui, même s'ils paraissent distincts les uns des autres, sont en fait reliés par un mycélium de manière à former des colonies. Les colonies n'ont pas toutes la même taille, mais elles sont habituellement de forme ronde ou irrégulière et mesurent de 1-3 cm de diamètre.

Les symptômes de la moucheture peuvent être confondus avec des excréments d'insectes, particulièrement ceux de la cicadelle blanche du pommier. Les excréments ont toutefois tendance à être moins bien définis et se détachent plus facilement, surtout si on les frotte avec un linge mouillé.

Figure 4-136. Symptômes de la moucheture sur une pomme.

Cycle biologique

Le champignon responsable de la moucheture hiverne à l'état de thyriothèces sur des pousses de pommiers, des pommes de rebut et sur de nombreux hôtes sauvages dont les ronces, les chênes et les érables. Les ascospores à maturité sont libérées durant des périodes de pluie, pendant une période de un mois ou deux précédant la floraison. Des conditions douces et pluvieuses ou humides (humidité relative supérieure à 96 %) sont propices à la propagation de la maladie. En laboratoire, les conidies germent entre 8 et 24 °C et les colonies se forment entre 12 et 24 °C. Les symptômes apparaissent de 10 à 12 jours après l'infection si les conditions sont optimales, mais peuvent n'apparaître qu'un mois après l'infection si les conditions sont moins qu'optimales.

Étant donné que le champignon responsable de la moucheture hiverne à l'extérieur du verger, les risques d'infection des fruits ne sont pas très grands tant que les plantes hôtes vivant dans les rangées périmétriques ne commencent à produire des spores de deuxième génération (conidies). La production des conidies survient généralement au terme d'environ 270 heures de mouillage accumulées après le calice, ce qui correspond habituellement à une période de quatre à six semaines après le calice. La production, par des hôtes vivant hors des limites du verger, de conidies qui sont soufflées par le vent vers les pommiers donne alors lieu à une seconde vague d'infections responsable de l'apparition de la moucheture vers la fin de l'été. Dans les vergers où l'on cesse les pulvérisations de fongicides au début de juin, les infections par les champignons responsables de la moucheture deviennent visibles après environ 540 heures de mouillage accumulées après le calice, alors qu'une autre génération de champignons est parvenue à maturité. La moucheture se manifeste aussi en septembre et en octobre dans les vergers qui ont fait l'objet de pulvérisations durant l'été. Il arrive alors que les pluies de fin d'été emportent les fongicides protecteurs, ce qui ouvre la voie aux infections des fruits avant la cueillette. Dans le cas de ces infections de fin de saison, la moucheture peut, en l'espace de quelques jours, apparaître soudainement sur une grande proportion des fruits.

Surveillance et lutte

Du début de la saison jusqu'à la cueillette, inspecter sur chacun de dix pommiers choisis au hasard, vingt-cinq fruits situés à l'intérieur de la frondaison. Il est plus probable de trouver des symptômes sur les fruits de pommiers mal élagués dans les parties du verger où l'assèchement est lent, où le brouillard se dissipe lentement et où l'eau séjourne plus longtemps. Les premiers symptômes apparaissent habituellement entre le début et le milieu de juillet. Appliquer des fongicides si des infections sont observées. La présence de ces maladies est un indice que les résidus de fongicides à la surface des fruits sont absents ou insuffisants. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour ces maladies.

Comme l'apparition de la moucheture est étroitement liée au microclimat entourant le fruit, s'assurer de tout mettre en œuvre pour favoriser l'assèchement des pommiers et des fruits. Le meilleur moyen de faire échec à ces maladies est de bien tailler les pommiers en visant à maintenir la frondaison ouverte. Des chercheurs ont montré qu'un élagage effectué durant l'été réduit d'environ 50 % l'incidence de la moucheture dans les vergers non traités. En éclaircissant les bouquets de fruits et en élaguant les pommiers durant l'été, on améliore la circulation d'air et on favorise un bon recouvrement par les fongicides. Le fait de débarrasser le verger et les haies naturelles qui l'entourent des hôtes intermédiaires, surtout des ronces, contribue à réduire l'inoculum.

La plupart des fongicides efficaces contre la tavelure maîtrisent aussi la moucheture et les taches de suie. En Ontario et dans le nord-est des États-Unis, les traitements fongicides effectués entre la mi-juin et la fin août protègent par la suite la culture de ces deux maladies. Lors des saisons pluvieuses, quatre ou cinq traitements fongicides peuvent être nécessaires, tandis que seulement deux ou trois traitements effectués au bon moment peuvent suffire les années sèches. L'absence de traitements fongicides durant l'été peut provoquer l'apparition d'infections par la moucheture sur les fruits avant la cueillette. Les fruits peuvent être sensibles à ces infections dans les vergers où l'on met fin aux pulvérisations de fongicides au début juin (après la période des infections primaires

par la tavelure); les symptômes se manifestent alors après environ 540 heures de mouillage accumulées après le calice. Dans les vergers faisant l'objet de traitements fongicides durant l'été, la moucheture apparaît habituellement en septembre ou octobre. Ces infections de fin de saison se déclenchent en règle générale une fois que les pluies de fin d'été ont lavé les résidus de fongicides qui protégeaient les fruits, laissant ceux-ci en proie aux infections avant la cueillette. Quand cela se produit, la moucheture peut apparaître soudainement, en l'espace de quelques jours, sur un fort pourcentage de fruits. Par conséquent, il est recommandé de faire des traitements fongicides à la fin d'août ou en septembre, s'il est tombé plus de 5 cm de pluie après la dernière pulvérisation. Cette précaution est particulièrement importante dans les vergers adjacents à des haies ou à des boisés où l'inoculum est abondant. Le moyen le plus sûr de prévenir la moucheture est de protéger les pommes à l'aide de fongicides durant l'été, de reconnaître que les conidies infectent les fruits en tout temps dès que les pommiers ont été exposés à 270 heures de mouillage accumulées après le calice. Afin d'assurer le taux de recouvrement indispensable à l'efficacité des traitements fongicides de fin d'été, bien régler la vitesse d'avancement du pulvérisateur, utiliser le bon volume d'eau et ajouter un surfactant afin de bien mouiller le feuillage. Des recherches donnent à croire que les fongicides appliqués au début de l'été n'enraient pas les infections préexistantes. Par conséquent, celles-ci peuvent se déclarer à nouveau et se manifester en septembre sur les fruits qui ne sont plus protégés par des résidus de fongicides.

Taches de suie

Jusqu'à récemment, les taches de suie étaient attribuées au champignon *Gloeodes pomigena*, mais des chercheurs suggèrent depuis peu qu'elles seraient plutôt le fait de trois champignons différents, *Peltaster fruticola*, *Leptodontium elatius* et *Geastrumia polystigmatis*.

Symptômes

Les taches de suie se présentent comme des taches diffuses allant du brun au vert olive aux contours irréguliers sur la peau de la pomme. Ces taches, de dimensions variables, s'étendent et se rejoignent pour finalement couvrir de grandes parties du fruit (figure 4-137). Les taches de suie se détachent si on les gratte vigoureusement. Ne pas confondre tache de suie et fumagine.

Figure 4-137. Taches de suie sur un fruit.

La fumagine résulte de la prolifération d'espèces de champignons saprophytes qui tirent les substances qui leur sont nécessaires du miellat collant et sucré excrété par des insectes suceurs, dont les pucerons. La fumagine se développe non seulement sur les fruits, mais aussi sur les feuilles, les pousses ou tout tissu maculé de miellat. Les taches de suie n'apparaissent quant à elles que sur les fruits. La fumagine se détache beaucoup plus facilement de la surface des pommes que les taches de suie. Si les taches de suie ont laissé de nombreuses marques sur la peau des pommes, celles-ci ne pourront pas être écoulées sur le marché du frais. Elles seront déclassées comme pommes de transformation ou à jus. En entrepôt, les fruits lourdement infectés par les taches de suie se rident plus rapidement que les fruits sains. Au cours des saisons pluvieuses, les pertes peuvent atteindre 25 % ou plus, malgré l'utilisation de fongicides. Même si ces deux maladies apparaissent indépendamment l'une de l'autre, il n'est pas rare qu'un même fruit soit infecté par l'une et l'autre. En règle générale, les symptômes

sur les fruits sont constatés avant le 1er juillet et s'accentuent au fur et à mesure que la saison progresse. Les cultivars sont tous également sensibles à cette maladie. Les symptômes sont toutefois plus apparents sur les fruits à peau jaune ou à peau claire. Les fruits qui possèdent une cuticule épaisse semblent être plus gravement touchés que les autres.

Cycle biologique

Les spores des champignons responsables des taches de suie hivernent sous forme d'organes de fructification sur les pousses infectées de pommiers et de nombreuses autres espèces de plantes ligneuses vivant dans les haies naturelles et les boisés, notamment sur des ronces (mûriers et framboisiers), chênes, érables, frênes, ormes, vignes, tulipiers, etc. Les spores sont disséminées depuis les pousses infectées par les éclaboussures de pluie au printemps et au début de l'été, et commencent à provoquer des infections environ deux ou trois semaines après le calice. Les premiers symptômes apparaissent habituellement 20-25 jours après l'infection, mais peuvent aussi apparaître sitôt que 8-12 jours après l'infection sous des conditions optimales à la maladie. Les symptômes sont habituellement plus courants et plus graves à partir de la fin de l'été et du début de l'automne. Même si la plupart des spores responsables des infections primaires sont disséminées au début de l'été, la maladie peut se propager beaucoup durant la saison, en raison des infections secondaires provoquées par les conidies. Les températures optimales pour la germination des conidies sont de 12-24 °C pour *P. fruiticola* et de 12-32 °C pour *L. elatius*, lorsque l'humidité relative est de 95 %. Dans le cas des deux champignons, la production de conidies est maximale quand l'humidité dépasse 97 %. À des températures inférieures à 10 °C et supérieures à 30 °C, la prolifération est très lente et limitée. Les taches de suie sont plus souvent observées les années où le printemps a été frais et pluvieux, où la fin de l'été a été pluvieuse et où le début de l'automne a été frais. Selon des chercheurs de la Pennsylvanie, l'apparition des taches de suie est très étroitement liée à la quantité de pluie tombée en juillet et, dans une moindre mesure, en août et en septembre. Les années où le printemps est frais et pluvieux, puis suivi d'un été très chaud, il arrive que les taches de suie n'apparaissent que tout près de la cueillette. Souvent, des foyers de taches de suie se déclarent lorsqu'à un printemps frais et pluvieux succède une fin d'été pluvieuse et des températures d'automne fraîches juste avant la cueillette.

Une fois que les colonies apparaissent, la maladie se propage par les gouttes de pluie qui tombent sur d'autres fruits et progresse ainsi tant que les conditions météorologiques restent favorables. Cette maladie est plus grave les années et dans les vergers où les conditions favorisent le déclenchement de la maladie en début de saison, puis les infections secondaires par la suite. Il arrive que des infections qui ne sont pas apparentes à la cueillette donnent lieu à des lésions lorsque les pommes sont entreposées durant de longues périodes à des taux d'humidité relative frôlant les 100 %.

La moucheture et les taches de suie sont causées par des champignons qui prolifèrent très lentement et qui peuvent entrer en dormance quand les conditions météorologiques ne leur sont pas favorables, notamment quand le temps est très chaud et sec. Ils poursuivent par la suite leur développement quand les conditions redeviennent favorables. Cela signifie que les symptômes de ces maladies se manifestent le plus souvent autour de la cueillette, même si les infections se sont en fait déclarées beaucoup plus tôt.

Surveillance et lutte

Du milieu de la saison de croissance jusqu'à la cueillette, examiner vingt-cinq fruits provenant de l'intérieur de la frondaison sur chacun de dix pommiers choisis au hasard. Les probabilités de découvrir des symptômes sont plus grandes sur les pommiers mal taillés, situés dans les parties du verger les plus humides, où les brouillards sont les plus denses et où l'assèchement est lent. Les premiers symptômes apparaissent habituellement du début au milieu de juillet. Appliquer des fongicides si des infections sont constatées. La présence de ces maladies est un indice que les résidus de fongicides à la surface des fruits sont absents ou insuffisants.

Pour réduire l'incidence des taches de suie, mettre en place des pratiques culturales qui facilitent l'assèchement du feuillage et des fruits; voir les pratiques recommandées sous la rubrique *Moucheture*, p. 153. Les traitements fongicides dirigés contre la moucheture procurent par la suite une maîtrise des taches de suie.

Maladies à chancres

Plusieurs agents pathogènes sont en cause dans l'apparition de chancres sur les pommiers. Un chancre est une plaie entourée de tissus vivants, qui se trouve sur l'écorce de rameaux, de branches, du collet, d'une tige ou d'un tronc. La bactérie pathogène responsable de la brûlure bactérienne (p. 166) ainsi que le champignon pathogène responsable de la pourriture noire (p. 162) causent tous deux l'apparition de chancres sur les pommiers. Une rubrique distincte est consacrée à chacun de ces agents pathogènes. La présente section décrit deux autres maladies à chancres observées sur les pommiers cultivés en Ontario.

Des chancres se forment quand un agent pathogène infecte et colonise les tissus cambiaux sous l'écorce des rameaux, des branches, du tronc et du collet des arbres. Le tissu cambial finit par mourir, après quoi l'écorce adjacente au cambium infecté s'enfonce, change de couleur, se fissure ou se détache. Les répercussions des chancres sur la santé et la productivité d'un pommier dépendent de leur emplacement, de leur nombre et de leur taille. Un chancre sur le tronc principal peut faire mourir un pommier s'il s'étend et finit par encercler complètement le tronc. Sur une branche, l'extrémité de la branche située au delà du chancre mourra ou deviendra beaucoup moins productive, sans que cela n'affecte le reste de l'arbre. Même si certains chancres, comme le chancre européen, s'étendent d'une année à l'autre, d'autres, comme le chancre de l'anthracnose, sont circonscrits par le système de défense de l'arbre et restent de la même grosseur après l'infection et le développement initiaux, mais produisent et libèrent des spores qui provoquent de nouvelles infections et l'apparition de nouveaux chancres sur le même arbre ou un arbre voisin.

Il est difficile d'évaluer l'ampleur des dommages causés par les chancres dans un verger. Ils provoquent un ralentissement de la croissance et de la productivité des pommiers et peuvent les faire mourir. En l'absence d'interventions et pour peu que les conditions soient propices à la maladie, il suffit de quelques chancres seulement dans un verger pour que la maladie gagne du terrain et finisse par atteindre et affaiblir un pourcentage élevé des pommiers d'un même bloc. Les chancres sont souvent colonisés par d'autres agents pathogènes ou attirent des ravageurs qui minent encore davantage la vigueur et la productivité de l'arbre.

En règle générale, on observe peu de différences dans la sensibilité aux chancres des divers cultivars de pommiers. Les organismes en cause infectent tous les cultivars de pommiers et de nombreuses autres espèces d'arbres. Il en va autrement de la brûlure bactérienne, à laquelle les différents cultivars ne sont pas également sensibles. Néanmoins, les méthodes de lutte sont les mêmes pour toutes les maladies à chancres; elles sont expliquées à la rubrique *Surveillance et lutte* de la section *Chancre européen*, p. 158.

Chancre européen

Le chancre européen, auparavant désigné chancre nectrien ou chancre du pommier, est causé par le champignon pathogène *Neonectria ditissima* (auparavant désigné *Nectria galligena*).

Symptômes

Le champignon envahit des plaies comme celles qui résultent de vieilles blessures d'élagage ou de lésions sur les feuilles et les fruits. Les chancres européens forment un anneau rugueux tout autour de la plaie et, souvent, cet anneau grossit chaque année. Des organes de fructification d'un orangé vif contenant des spores sont produits sur les vieux chancres durant l'hiver (figure 4-138). Il en résulte un gros chancre entouré d'anneaux de plus en plus gros. Il est fréquent que les chancres encerclent une grosse branche ou le tronc, ce qui fait mourir tous les rameaux poussant au delà de ce point. Les arbres infectés en pépinière affichent une croissance lente et finissent par mourir (figure 4-139).

Figure 4-138. Vieux chancre européen ayant produit des organes de fructification orangé vif durant l'hiver.

Figure 4-139. Jeune pommier dont le tronc est entièrement encerclé par un chancre européen.

Cycle biologique

La plupart des infections surviennent quand le temps est humide et que les températures se situent dans la fourchette de 10 à 16 °C. Les vergers mal drainés sont plus sensibles que les autres au chancre européen. Une croissance végétative excessive rend aussi les arbres plus sensibles. Des coupes qui ne sont pas nettes et des chicots de branches augmentent les risques de voir la plaie envahie par un chancre. Dans d'autres régions pomicoles, *N. ditissima* serait aussi à l'origine d'une pourriture des fruits, mais ce type d'infection n'a pas été observé en Ontario. De nombreuses autres plantes ligneuses, comme l'érable, le bouleau, le caryer, le peuplier, le hêtre et l'aubépine, sont des hôtes intermédiaires de l'agent pathogène.

Surveillance et lutte

Surveiller l'apparition de chancres pendant toute la saison de croissance. Marquer les arbres infectés à l'aide de ruban d'une couleur claire ou à l'aide de peinture à pulvériser, afin de les retrouver facilement et de couper les branches infectées pendant la période de dormance. Même si les fongicides freinent la propagation de la maladie, ils ne sont d'aucun secours pour remédier à des infections existantes. Il vaut mieux, pour prévenir la maladie, s'en remettre aux bonnes pratiques horticoles que voici :

- Garder les outils d'élagage bien tranchants afin d'obtenir des coupes nettes qui ne déchirent pas l'écorce.
- Tailler les pommiers durant la période de dormance hivernale, avant que la sève ne coule et quand il fait encore trop froid pour que l'agent pathogène soit à l'œuvre. Cette précaution réduit au minimum les risques de propagation de la maladie par les outils d'élagage.
- Couper les branches au ras du collet à la base de la branche, en laissant celui-ci intact afin qu'il assure la guérison de la plaie; éviter de laisser des chicots.
- Couper le bois mort et enlever les fruits momifiés, car ils servent de réservoirs pour les organismes pathogènes.

- Enlever les chancres sans tarder en coupant la branche plusieurs centimètres sous eux. Quand des chancres se forment sur le tronc principal, il est parfois possible de sauver l'arbre en éliminant les tissus malades et en encourageant l'écorce à guérir autour de la plaie. L'enlèvement chirurgical des chancres sur les troncs principaux des pommiers infectés est un travail fastidieux qui ne donne pas toujours les résultats escomptés.
- Débarrasser les abords du verger des hôtes intermédiaires comme les feuillus porteurs de chancres.
- Brûler le bois d'émonde ou le retirer rapidement du verger. Si cela n'est pas possible, déchiqueter le bois d'émonde afin de hâter sa décomposition et de réduire les risques de propagation de la maladie.
- Inspecter attentivement le matériel de pépinière avant de procéder aux plantations et jeter tous les pommiers porteurs de chancres.

Chancre de l'anthracnose

Le chancre de l'anthracnose est causé par le champignon pathogène *Pezicula malicortici*.

Symptômes

À l'automne, les infections des branches et des troncs donnent lieu à l'apparition de petites taches circulaires rougeâtres ou violettes qui deviennent elliptiques et enfoncées le printemps suivant. Au fur et à mesure que le chancre de l'anthracnose parvient à maturité, des fissures apparaissent à la jonction du tissu malade et de l'écorce saine, sous l'effet des mécanismes de défense de l'arbre qui cherche à limiter l'expansion de la lésion. Quand le tissu atteint commence à se fissurer et à se détacher, se trouvent alors exposées de longues fibres qui font penser à des « cordes de violon », d'où le nom de « fiddlestring canker » parfois employé en anglais pour désigner cette maladie (figure 4-140). Même si le chancre de l'anthracnose ne grossit pas dans les années qui suivent l'infection, il peut produire des spores sur le bois mort pendant plusieurs années. Les spores infectent aussi les fruits et donnent lieu à une pourriture causée par l'anthracnose plus tard en cours d'entreposage.

Figure 4-140. Le chancre de l'anthracnose se fissure avec le temps, donnant lieu à l'apparition de longues fibres qui, comme le rappelle l'un des noms anglais de la maladie, font penser à des cordes de violon.

Cycle biologique

Pezicula malicortici produit des ascospores (sexuées) au printemps et des conidies (asexuées) ou des spores (champignon imparfait *Cryptosporiopsis curvispora*) à l'automne. À l'automne, durant les périodes prolongées de temps frais et pluvieux, les éclaboussures de pluie chargées de spores provenant des chancres propagent l'agent pathogène au tronc ou aux grosses branches des pommiers adjacents où l'agent hiverne.

Surveillance et lutte

Comme les méthodes de lutte sont les mêmes pour toutes les maladies à chancres, voir la même rubrique, p. 158.

Pourridié phytophthoréen

Plusieurs agents pathogènes sont responsables de la pourriture des racines de pommiers. Les organismes le plus souvent en cause en Ontario sont les espèces du genre *Phytophthora*. On décrit parfois ces organismes pathogènes terricoles comme des « moisissures aqueuses », même si en fait, ils ne sont pas des moisissures à proprement parler. Les espèces du genre *Phytophthora* sont étroitement apparentées aux algues jaune-brun. Bien qu'elles ne soient pas considérées comme étant de véritables champignons, elles regroupent des organismes qui, comme les champignons, préfèrent les lieux très humides. Certaines espèces s'attaquent à des hôtes spécifiques

tandis que d'autres, comme celles qui infectent les racines des pommiers, ont un vaste éventail d'hôtes.

Les symptômes des infections causées par *Phytophthora* spp. peuvent se manifester :

- au-dessus du niveau du sol, à la base du tronc et généralement à la hauteur du greffon;
- sur la partie du collet se trouvant sous le niveau du sol, à la jonction du tronc et des racines;
- sur les racines.

Symptômes

Quel que soit l'endroit où la pourriture se forme, au départ, elle sera très difficile à déceler. Au moment où les symptômes de la maladie apparaissent sur les feuilles, il est trop tard pour intervenir. Souvent, c'est au printemps que l'on observe les premiers symptômes sur des pommiers gravement infectés. Les bourgeons des arbres infectés se gonflent et s'ouvrent, puis les feuilles semblent se déployer normalement au printemps, mais les arbres infectés se flétrissent et s'effondrent soudainement après le débourrement. Faute d'un support suffisant, les arbres affaiblis par des racines pourries sont facilement renversés par des vents violents (figure 4-141). Au fur et à mesure que la maladie progresse à la base du tronc et sur le collet, un chancre violet peut se former à la base des pommiers infectés (figure 4-142).

Figure 4-141. Les pommiers dont le collet ou la base du tronc est fortement envahi par la pourriture sont facilement renversés par des vents violents.

Figure 4-142. Collet et base du tronc d'un pommier fortement envahi par la pourriture; noter la fissure sombre formée par le chancre.

Pour diagnostiquer la pourriture qui se manifeste sur les organes souterrains, dégager le sol qui entoure le collet et les racines des pommiers morts ou moribonds et gratter l'écorce qui recouvre la base du tronc et les racines (figure 4-143). Un chancre ou des stries allant de l'orangé au brun rougeâtre sur le cambium du collet ou à la base du tronc, ou tout juste sous l'épiderme des racines sont de bons indices d'une infection par Phytophthora (figure 4-144). Le chancre orangé tirant sur le rouge est souvent délimité par un contour sombre ou noir qui le sépare des tissus sains, qui eux sont blancs. Quand ces symptômes se trouvent dans les vergers, songer à envoyer un échantillon des racines ou des tissus du collet qui sont atteints à un laboratoire de diagnostic phytosanitaire accrédité afin de faire identifier l'agent pathogène.

Figure 4-143. Déterrer la base du pommier pour confirmer la présence de pourriture sur le collet et la base du tronc.

Figure 4-144. En grattant l'écorce pour l'ôter du collet et de la base d'un arbre fruitier infecté par Phytophthora, on peut apercevoir un chancre rouge orangé délimité par un contour sombre qui le sépare des tissus sains, qui eux sont blancs.

La plupart des arbres en croissance active tolèrent un certain degré de pourriture sur leurs racines et leur collet et peuvent freiner pendant un temps la progression de la maladie. Par contre, les jeunes arbres en dormance ou les arbres qui ont une croissance lente parce qu'ils sont soumis à d'autres facteurs de stress sont les plus sensibles, particulièrement quand l'agent pathogène est encore actif. Selon leur taille et leur état de santé, les arbres infectés déclinent peu à peu sur plusieurs années ou meurent quelques semaines à peine après l'apparition des premiers symptômes. À mesure que la maladie progresse, les arbres infectés produisent souvent des feuilles jaunes chlorotiques dont l'aspect rappelle celui des feuilles carencées en fer. Les symptômes que la pourriture des organes souterrains (racines et collet) provoque sur les feuilles sont souvent confondus avec des désordres tels que des carences nutritives.

Surveillance et lutte

Inspecter les arbres à la recherche des premiers symptômes d'organes souterrains infectés par *Phytophthora*, qui se manifestent par une faible élongation des pousses et des fruits de petit calibre. Il n'y a plus rien à faire une fois que *Phytophthora* sévit dans un verger de pommiers. Certains fongicides sont homologués comme traitements préventifs contre la pourriture de la base du tronc qui se trouve hors du sol, mais uniquement pour les pommiers non fructifères. Au moment de choisir l'emplacement d'un verger, rechercher si possible des champs offrant un bon drainage et des sols légers. Si le sol est lourd ou retient l'eau pendant de longues périodes, envisager de faire installer un réseau de drainage souterrain. Comme l'agent pathogène frappe quand les sols restent saturés pendant de longues périodes, les précautions prises lors de l'irrigation pour éviter de trop arroser réduisent les risques d'infections et de propagation des pathogènes. Choisir des porte-greffes affichant une certaine résistance à *Phytophthora*, surtout si les plantations se font dans des sols lourds qui sont mal drainés. Des chercheurs de la Cornell University ont mis au point des porte-greffes résistant à *Phytophthora* (p. ex. CG.30, CG.6210 et G.16). Le porte-greffe M.9 et les porte-greffes de semis affichent une certaine résistance à la pourriture des racines causée par *Phytophthora*, mais les M.26, M.7 et MM.106 sont considérés comme étant de moyennement sensibles à très sensibles. Inspecter minutieusement les racines, le collet et le greffon des jeunes pommiers pour s'assurer de ne planter que des arbres sains. Inspecter le filet qui entoure la base des jeunes pommiers pour s'assurer que ceux-ci sont bien protégés des dommages causés par les rongeurs au printemps. Prendre soin de dégager les débris qui pourraient s'être logés à l'intérieur pour éviter qu'ils ne retiennent l'humidité près du tronc et n'offrent

un site de choix à *Phytophthora* pour s'installer et se propager. Voir la publication 360F du MAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières*, pour connaître la liste des produits recommandés.

Pourriture noire

La pourriture noire est une maladie répandue des pommiers, causée par le champignon *Botryosphaeria obtusa*. Celui-ci infecte un large éventail de feuillus, dont le pommier et le poirier. Les arbres infectés deviennent à leur tour une source d'infection pour les jeunes blocs fructifères. Même si Northern Spy, Cortland, Gala, Honeycrisp, McIntosh et Empire sont les cultivars les plus souvent atteints, il faut savoir que tous les cultivars sont sensibles à cette maladie.

Symptômes

Le champignon responsable de la pourriture noire infecte les branches maîtresses, les troncs, les feuilles et les fruits, ce qui amène une baisse de la productivité et de la qualité de la récolte. Quand les symptômes se manifestent sur les feuilles, on parle habituellement de tache ocellée. Au début, de petites taches magenta se forment sur les feuilles. Ces taches prennent graduellement de l'expansion, puis forment des lésions circulaires d'environ 4-5 mm de diamètre (figure 4-145). La maladie apparaît souvent entre une et trois semaines suivant le calice. Au fur et à mesure que les taches grossissent, le contour des lésions devient violet tandis que le centre devient de couleur havane ou brun avec un centre clair, ce qui donne à la lésion l'aspect d'un ocelle (tache évoquant un œil). Les conditions propices aux infections sont des températures oscillant autour de 26,6 °C et une période de mouillage de 4,5 heures.

Figure 4-145. Symptômes de la tache ocellée sur une feuille de pommier.

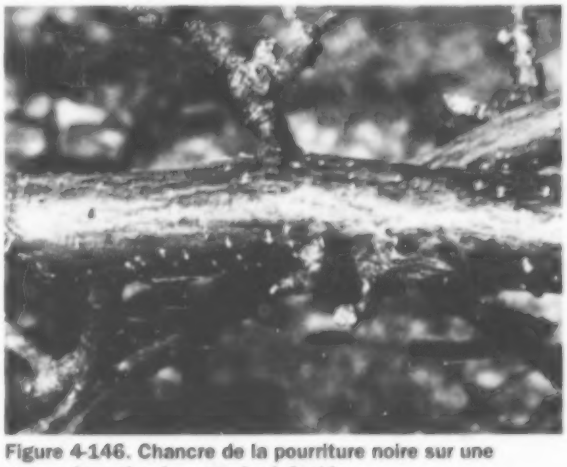


Figure 4-146. Chancre de la pourriture noire sur une grosse branche de pommier infectée.

Les feuilles lourdement infectées finissent par jaunir et tomber, ce qui amène une sénescence prématurée des arbres atteints et leur prédisposition à des blessures par l'hiver. La défoliation qui survient année après année impose un stress aux arbres et réduit considérablement leur vigueur. Les dommages causés aux branches maîtresses par les chancres attribuables à d'autres maladies – ou par les lésions occasionnées par des insectes, l'élagage, la grêle ou les rigueurs de l'hiver – offrent une porte d'entrée au champignon qui envahit l'arbre et s'y établit. Les chancres causés par la brûlure bactérienne sont souvent colonisés par le champignon responsable de la pourriture noire. Au début, les chancres qui apparaissent sur les branches maîtresses sont de simples zones déprimées et brunes qui tirent sur le

rouge ou le rose sur l'écorce (figure 4-146). Souvent, les chancres restent petits et superficiels, mais il arrive qu'ils s'étendent pour atteindre 50 cm de longueur le long de la branche infectée, qu'ils fassent mourir et se fendiller l'écorce. Au fur et à mesure que le chancre vieillit, le bois se ratatine et noircit quand l'écorce se soulève aux endroits infectés (figure 4-147). Les chancres sur les branches maîtresses font mourir la branche au complet. Celle-ci est affaiblie au point où elle peut briser si la charge fruitière est importante. Les infections qui se produisent sur le tronc, particulièrement dans le cas des jeunes arbres, finissent par encercler complètement l'arbre, ce qui amène sa mort prématurée.

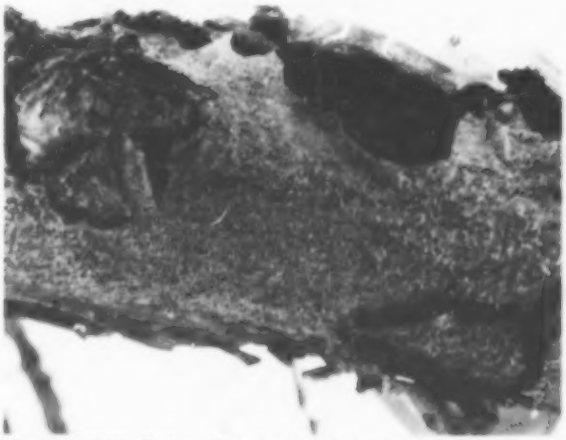


Figure 4-147. Bois noirci et ratatiné avec écorce soulevée par un chancre de la pourriture noire de deux ans.

Les premiers symptômes sur les jeunes fruits se manifestent par des taches rouges qui à la longue se transforment en boutons violacés légèrement surélevés qui, au départ, peuvent passer inaperçus (figure 4-148). Quand le fruit approche de la maturité et commence à mûrir, les lésions s'élargissent et forment une tache noire déprimée, entourée d'un halo rouge (figure 4-149). Tôt ou tard, se développe sur la lésion une pourriture de couleur havane ou brun clair qui s'étale et qui est caractérisée par des anneaux concentriques successivement sombres et clairs (figure 4-150). Les fruits momifiés porteurs de colonies sont souvent situés très près d'un fruit infecté par la pourriture noire. La pourriture noire apparaît souvent tard dans la saison, soit juste avant la cueillette, sous forme de taches noires sur le fruit, associées à un fruit momifié resté après l'éclaircissage chimique. Des pycnides noires peuvent apparaître sur le fruit vers la fin de la saison ou en cours d'entreposage (figure 4-151).

Figure 4-148. Pomme à maturité présentant des taches noires déprimées, constituant les premiers symptômes de la pourriture noire.

Figure 4-149. Symptômes de la pourriture noire sur un fruit à maturité.

Figure 4-150. Pourriture de couleur havane ou brun clair se formant par anneaux concentriques successivement sombres et clairs.

Figure 4-151. En fin de saison ou en cours d'entreposage, les pycnides (petits points noirs constituant les organes de fructification contenant des spores) peuvent devenir visibles sur le fruit pourri.

Les sépales deviennent infectés tôt dans la saison de croissance, juste après le desserrement des écailles des bourgeons. Des petites taches rouges qui deviennent violettes et qui sont entourées d'anneaux rouges sur les sépales sont les premiers symptômes d'une infection précoce. À l'approche de la maturité, le fruit est envahi par le champignon, qui pénètre par le calice, ce qui donne lieu à une pourriture de l'œil (figure 4-152). Tôt ou tard, des anneaux concentriques successivement sombres et clairs, se forment et le champignon se propage au cœur, ce qui cause la pourriture du cœur et la chute prématurée du fruit.

Figure 4-152. Les infections des sépales qui surviennent tôt dans la saison de croissance finissent par provoquer la pourriture de l'œil.

Cycle biologique

Le champignon responsable de la pourriture noire hiverne dans les chancres sur les pousses, branches et troncs de nombreux feuillus de même que sur les fruits momifiés. Les cultivars de pommiers auxquels les fruits momifiés restent accrochés, tels que Gala, Honeycrisp, Cortland et Northern Spy sont souvent sensibles à la pourriture noire. Les arbres endommagés par les rigueurs de l'hiver ou des infections par la brûlure bactérienne sont plus sensibles à la pourriture noire.

Le champignon produit deux types d'inoculum : les ascospores (spores sexuées) et les conidies provenant des pycnides (spores asexuées). Les ascospores provenant des chancres ou des fruits momifiés colonisés ont tendance à être libérées tôt durant la saison de croissance au moment où les bourgeons commencent à se gonfler et à éclater. Le moment où la libération des ascospores est la plus grande survient de quatre à six semaines après la chute des pétales (stade calice). Les conidies commencent à être libérées des pycnides peu après le débourrement et le sont par la suite pendant toute la saison de croissance. Les ascospores sont soufflées par le vent, tandis que les conidies ont besoin d'une période de mouillage et d'éclaboussures de pluie pour être libérées. De fréquents épisodes de pluie et des pluies abondantes sont les principaux facteurs qui influencent la libération des spores. On peut s'attendre

à une infection des feuilles s'il fait 26 °C et qu'il y a eu une période de mouillage de quatre à cinq heures. On peut craindre une infection des fruits s'il fait 20-24 °C et qu'il y a eu neuf heures de mouillage. Le risque d'infection est faible quand les températures sont inférieures à 10 °C (il faut alors une période de mouillage de plus de vingt-quatre heures) et il est nul sous la barre des 8 °C. Au printemps, les infections des feuilles et des fruits se produisent simultanément.

Surveillance et lutte

Dans les vergers, la lutte contre la pourriture noire repose sur la mise en œuvre de méthodes de lutte culturale et de lutte chimique dans le cadre d'un programme de lutte intégrée. Aucun cultivar n'est entièrement résistant à la pourriture noire, mais certains y sont moins sensibles que d'autres (tableau 4-11). On peut se prémunir contre d'importantes pertes de rendement en choisissant, pour les vergers situés à proximité de sources d'inoculum (p. ex. boisés), des cultivars qui sont moins sensibles à cette maladie.

L'élagage des branches malades et du bois mort est une précaution importante pour réduire les sources d'inoculum dans le verger. Il faut prendre soin de retirer le bois d'émonde du verger et de le brûler, car le champignon responsable de la pourriture noire peut survivre sur les tissus morts. De même, on peut déchiqueter le bois d'émonde tombé au sol à l'aide d'une débroussailleuse, afin de réduire les niveaux d'inoculum. Éviter d'empiler du bois dans le verger ou à proximité de celui-ci, car les tas de bois constituent une source d'inoculum importante. Dans la mesure du possible, faire une inspection des boisés avoisinants à la recherche de feuillus infectés par la maladie. Si possible, enlever et brûler ces arbres afin de réduire la pression exercée par la maladie. Prendre soin de toujours obtenir la permission des voisins avant de couper des arbres infectés sur leur terrain.

Tableau 4-11. Sensibilité relative à la pourriture noire de certains cultivars de pommiers

Cultivar	Sensibilité relative
Arlet	Moyennement sensible
Braeburn	Moins sensible
Cameo	Moyennement sensible
Creston	Moins sensible
Enterprise	Moins sensible
Fortune	Moyennement sensible
Fuji	Moins sensible
Gala Supreme	Moins sensible
Ginger Gold	Moyennement sensible
Golden Delicious	Moins sensible
Golden Supreme	Moyennement sensible
Goldrush	Moins sensible
Honeycrisp	Moyennement sensible
NY75414	Moyennement sensible
Orin	Très sensible
Pioneer Mac	Moyennement sensible
Pristine	Très sensible
Sansa	Moyennement sensible
Seshu	Moyennement sensible
Shizuka	Moyennement sensible
Suncrisp	Moyennement sensible
Sunrise	Très sensible
Ytaka	Moyennement sensible

Adaptation d'après : Biggs, A.R et S.S. Miller. « Relative Susceptibility of Selected Apple Cultivars to Fruit Rot Caused by *Botryosphaeria obtusa* », dans *HortScience* 39:303-306, 2004.

Les fruits momifiés laissés dans les arbres deviennent souvent infectés par le champignon et demeurent une source d'inoculum à l'intérieur du verger. L'enlèvement des fruits momifiés contribue donc à réduire la propagation de la maladie. Des recherches montrent que certains éclaircissants chimiques laissent sur les branches des petits fruits immatures qui se momifient et deviennent infectés par la pourriture noire, puis constituent une source d'inoculum plus tard dans la saison de croissance. Selon certaines études, l'application d'éclaircissants chimiques quand le fruit a 6-8 mm plutôt que 12-14 mm diminue le nombre de petits fruits momifiés laissés dans le

verger, ce qui réduit l'incidence de la pourriture noire sur les fruits à maturité au moment de la cueillette.

Dans les vergers où la pourriture noire a déjà sévi, commencer les applications de fongicides homologués dès le stade de la pointe argent et poursuivre les traitements à 10-14 jours d'intervalles afin de protéger les feuilles et les fruits des infections par la pourriture noire. Pour une liste des produits efficaces contre la pourriture noire, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Brûlure bactérienne

La brûlure bactérienne est une maladie grave qui cause beaucoup de dommages et de lourdes pertes économiques dans les vergers de pommiers et de poiriers. Cette maladie est attribuable à une bactérie, *Erwinia amylovora* (Burrill), qui infecte des hôtes appartenant à la famille des rosacées. Ces hôtes comprennent le cognassier, le pommetier, l'aubépine, le cotonéaster, le sorbier d'Amérique et le buisson-ardent. Le framboisier peut être infecté par la bactérie responsable de la brûlure bactérienne, mais la souche qui infecte le framboisier n'infecte ni le pommier, ni le poirier, ni les espèces ornementales. La bactérie *E. amylovora* est présente dans la plupart des régions pomicoles de l'Ontario. C'est dans le sud-ouest de la province qu'elle est le plus dévastatrice. Certaines années, des blocs de vergers entiers y sont détruits par des infections graves. La brûlure bactérienne est devenue problématique dans les vergers à haute densité qui abritent de nouveaux cultivars sensibles et des porte-greffes nanifiants (figure 4-153).

Figure 4-153. Pommiers gravement infectés par la brûlure bactérienne donnant l'impression d'avoir été roussis par le feu.

Symptômes

Comme la brûlure bactérienne peut se manifester à bien des endroits sur l'arbre, on parlera de brûlure de la fleur, des pousses, du fruit, des branches et du tronc, du collet ou des porte-greffes.

Brûlure de la fleur

La brûlure de la fleur est constatée au printemps quand les fleurs sont infectées. Les fleurs infectées paraissent d'abord gorgées d'eau, puis commencent à se faner, à se ratatiner et à brunir ou à noircir (figure 4-154). En butinant les fleurs infectées, les insectes pollinisateurs contaminent les fleurs saines et propagent ainsi la maladie. Une fois que les fleurs sont infectées, l'agent pathogène s'insinue souvent dans le pédoncule, puis dans le dard, et par conséquent reste attaché à l'arbre. Si un dard sur une branche maîtresse ou le tronc devient infecté, la maladie peut migrer du dard vers le tronc ou la branche et finir par provoquer la formation d'un chancre qui cernera l'organe atteint.

Figure 4-154. Fleurs infectées qui, après avoir au départ paru gorgées d'eau, finissent par se flétrir, se ratatiner et brunir ou noircir.

Brûlure des pousses

Les pousses succulentes et les pousses adventives peuvent également devenir infectées par la brûlure des pousses. Les pousses infectées paraissent d'abord gorgées d'eau, puis, rapidement, brunissent ou noircissent. La brûlure des pousses se développe très rapidement une fois que l'infection s'est déclarée. Les symptômes de la brûlure des pousses sont constatés tout au long du printemps et de l'été, particulièrement quand la brûlure bactérienne est présente dans le verger, dans des fleurs ou des pousses infectées et dans des chancres où la bactérie hiverne. Les lésions sur les feuilles et les pousses attribuables à l'abrasion par le sable, un vent cinglant ou la grêle ouvrent la voie à l'infection des tissus sensibles par des bactéries. Celles-ci peuvent avoir progressé de 15 à 30 cm ou même davantage à l'intérieur de la pousse dans les quelques jours seulement qui suivent l'infection. Au fur et à mesure que les bactéries descendent dans la pousse, les tissus des tiges se décolorent et se ratatinent. Les pousses infectées fléchissent à l'extrémité et forment des « J » inversés rappelant des crosses de berger (figure 4-155). Souvent, les premiers symptômes ne se manifestent que plusieurs semaines après la floraison. Les pommiers et les poiriers qui possèdent plusieurs pousses gravement infectées paraissent brûlés par le feu (figure 4-156). Les premiers symptômes sur les feuilles font penser à une altération brune ou noire de la couleur des pétioles et de la nervure principale, alors que le reste des tissus foliaires restent verts. Un suintement bactérien le long de la nervure principale des feuilles infectées et de la tige des pousses infectées est également fréquent (figure 4-157). Tôt ou tard, les feuilles infectées brunissent à partir des tissus longeant la nervure principale. Les feuilles mortes collent souvent à la pousse durant la saison de croissance et même durant l'hiver. Habituellement, l'extrémité de la pousse est la partie qui est atteinte en premier. Il arrive aussi que le point d'infection primaire soit la base des pousses. Les bactéries de la brûlure bactérienne migrent dans le tissu vasculaire de l'arbre depuis un chancre jusque dans les pousses et causent l'apparition de symptômes semblables.

Figure 4-155. Extrémité d'une pousse infectée en forme de « J » inversé ou de crosse de berger.

Figure 4-156. Pousses gravement infectées.

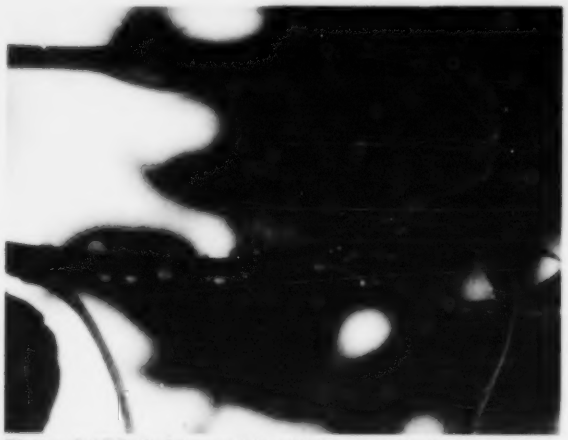


Figure 4-157. Suintement bactérien hors de la tige d'une pousse infectée.

Brûlure des branches et du tronc

Les pertes les plus lourdes qu'entraînent les infections par la brûlure de la fleur et la brûlure des pousses se produisent lorsque la maladie progresse à l'intérieur du vieux bois. La brûlure bactérienne se propage aux branches principales et au tronc de l'arbre depuis les dards ou les pousses infectés lorsque des températures douces se combinent à un fort taux d'humidité pour former les conditions propices à la brûlure bactérienne. Les chancres qui se forment sur le vieux bois encerclent la branche et interrompent le transport des éléments nutritifs et de l'eau, ce qui fait mourir le bois sain qui se trouve au-delà, vers l'extrémité de la branche. Les chancres sont d'abord de couleur brune à violette. Tôt ou tard, ils s'enfoncent et présentent un pourtour fissuré (figure 4-158). Le tissu sous l'écorce paraît au départ gorgé d'eau, puis présente des stries rouges et finit par brunir. Durant les épisodes de pluie et de forte humidité, des bactéries suintent de la surface des chancres. Au début, les gouttelettes formées par le suintement bactérien sont d'un blanc laiteux, mais brunissent rapidement au contact de l'air. Elles peuvent s'assécher un peu et rester collantes ou s'assécher complètement et former une substance ambrée qui fait penser à de la résine à la surface des chancres, où elles restent pendant plusieurs mois. Les bactéries présentes dans le suintement constituent une source d'inoculum que les insectes butineurs et les éclaboussures de pluie se chargent de propager à d'autres tissus ou à d'autres arbres. Les bactéries sont aussi facilement propagées d'arbre en arbre par des outils d'élagage contaminés. Habituellement, l'hiver, les chancres s'assèchent et deviennent inactifs. Au printemps, l'agent pathogène reprend ses activités sur le pourtour des chancres, ce qui amène ceux-ci à prendre de l'expansion. Les infections s'étendent et se propagent aux pousses adventives, pousses et branches adjacentes et forment des chancres bactériens. Selon les conditions météorologiques qui règnent au printemps dans le verger, les chancres peuvent commencer à prendre de l'expansion durant ou peu après la floraison.

Figure 4-158. Chancre de la brûlure bactérienne formant une zone déprimée aux pourtours fissurés et présentant un suintement à sa surface.

Brûlure favorisée par des blessures

La brûlure propagée par des blessures est une phase rare et très destructrice de la brûlure bactérienne, qui se développe à la suite de blessures occasionnées aux feuilles, aux fruits et aux pousses par les gelées tardives (températures inférieures ou égales à 3 °C), la grêle ou le vent. Les blessures deviennent des points d'entrée pour la bactérie pathogène, ce qui cause un choc ou un traumatisme aux pommiers et mine leurs mécanismes de défense naturels.

Brûlure du fruit

Le fruit devient infecté durant la saison de croissance lorsqu'il a été endommagé par des insectes, des vents violents, la pluie ou la grêle. Les symptômes commencent à apparaître dans les 24-48 heures qui suivent l'épisode responsable de la blessure, par exemple l'épisode de grêle. Le fruit infecté paraît d'abord gris, vert ou gorgé d'eau (figure 4-159), puis devient ratatiné, brun foncé et momifié. Le fruit infecté reste souvent attaché à la lambourde (figure 4-160).

Figure 4-159. Aspect initial du fruit infecté, qui paraît gris, vert ou gorgé d'eau.

Figure 4-160. Fruit infecté devenu ratatiné, brun foncé et momifié qui reste attaché à la lambourde.

Brûlure du collet et des porte-greffes

La brûlure du collet et des porte-greffes frappe les porte-greffes sensibles, tels que M.9 et M.26. Elle se produit souvent au niveau du sol, juste au-dessous du point de greffe sur la partie porte-greffe. Ce type de brûlure fait souvent mourir le pommier et est difficile à distinguer de la pourriture du collet causée par *Phytophthora*. Au départ, les infections prennent la forme de lésions sombres, gorgées d'eau et violettes. Leurs pourtours sont d'abord diffus ou surélevés et cloqués, mais à la longue, ils deviennent plus nets et se fissurent ou se fendillent (figure 4-161). Quand on soulève l'écorce, on aperçoit des stries rouge-brun sur les tissus internes de la zone atteinte. L'invasion par les bactéries de la brûlure bactérienne a pour point de départ les gourmands ou les pousses adventives, les bactéries qui sont présentes dans l'eau ruisselant sur le tronc depuis des pousses et des fruits infectés, ou la diffusion interne (sans symptômes d'infection des tissus vasculaires) des bactéries de la brûlure bactérienne depuis le greffon situé au-dessus du sol jusqu'au porte-greffe. Quand le porte-greffe est infecté, il y a tout lieu de craindre la mort de l'arbre, surtout si celui-ci est jeune.

Figure 4-161. Brûlure des porte-greffes au niveau du sol juste sous le point de greffe dans la partie porte-greffe de l'arbre.

Cycle biologique

Les bactéries responsables de la brûlure bactérienne hivernent sur les contours des chancres. Au printemps, quand les températures s'élèvent à plus de 18 °C, les chancres deviennent actifs et des gouttelettes renfermant une forte concentration de bactéries suintent des tissus infectés de l'écorce. Les bactéries présentes dans ce suintement peuvent être emportées par des insectes ou les éclaboussures d'eau vers des fleurs épanouies et les pousses tendres en croissance. Les bactéries peuvent aussi contaminer le verger en provenance de plantes ornementales et d'hôtes sauvages avoisinants.

Pour que la maladie se déclare et se propage, trois conditions doivent être réunies simultanément :

1. présence de bactéries;
2. présence d'un hôte sensible;
3. présence de conditions météorologiques propices.

Les bactéries responsables de la brûlure bactérienne peuvent être présentes dans le verger sans déclencher d'infection ni s'accompagner de symptômes de la maladie. Une fois que les conditions météorologiques leur sont favorables, les bactéries se multiplient rapidement et envahissent les tissus sensibles, ce qui donne lieu à des foyers d'infection et à la propagation de la maladie. Les bactéries prolifèrent à l'intérieur d'une fourchette de températures allant de 4 à 32 °C, mais elles connaissent une multiplication rapide conduisant le plus souvent à des infections à des températures de 24 à 28 °C. Une période prolongée de temps très chaud et pluvieux favorise la multiplication de l'agent pathogène et les infections, en plus d'encourager la croissance de tissus succulents sensibles.

Les fleurs épanouies sont les tissus les plus sensibles, car elles offrent une porte d'entrée aux bactéries. Les bactéries sont transportées sur les fleurs par le vent, la pluie et les insectes. Une fois qu'elles se sont introduites dans une fleur épanouie, elles se multiplient rapidement sur les stigmates. L'eau libre (pluie, rosée) entraîne les bactéries à l'intérieur du réceptacle de la fleur. Les bactéries entrent ainsi par cet orifice naturel directement dans les tissus de la plante hôte. L'agent pathogène est aussi propagé par l'action des insectes pollinisateurs qui le transportent des fleurs infectées aux fleurs saines. Une fois que l'infection s'est déclarée, la maladie se propage rapidement aux dards et aux autres tissus succulents (bois de un ou deux ans), surtout si les températures sont douces. Dans les jeunes plants de pépinière et les vergers de pommiers de trois ans, si les conditions lui sont favorables (20-28 °C), il faut un mois à l'agent pathogène pour passer d'une fleur infectée aux racines.

Les infections secondaires se produisent tout au long de la saison de croissance. Elles sont le fait des bactéries qui se propagent des fleurs infectées et des gouttelettes qui suintent des chancres aux pousses en croissance et aux blessures causées par des insectes, le vent, la grêle ou des moyens mécaniques. Au fur et à mesure que la saison de croissance progresse, les infections ralentissent et les chancres se développent dans l'écorce. Ils ont tendance à être enfoncés, à avoir au départ des contours flous, qui, plus tard, se fissurent et présentent une démarcation nette par rapport aux tissus sains.

Surveillance et lutte

Modèles éclairant les décisions

Les modèles de prévision de la brûlure bactérienne aident les producteurs à choisir le moment de leurs interventions. Deux de ces modèles de prévision, Maryblyt et Cougarblight, ont été élaborés dans le but d'alerter les producteurs, consultants et dépisteurs lorsque des conditions sont propices à l'infection des fleurs. Les modèles servent à déterminer le moment des interventions phytosanitaires. Pour que ces modèles soient pleinement efficaces, il faut recueillir et consigner séparément les données sur les différents blocs et cultivars. Les modèles de prévision sont des outils de gestion extrêmement utiles dont l'utilisation est préconisée dans les vergers ayant déjà présenté des foyers de brûlure bactérienne.

Modèle Maryblyt

Le modèle Maryblyt, a été élaboré au Maryland il y a quinze ans. Ce logiciel calcule le risque d'infection par la brûlure bactérienne pour un bloc donné en fonction

des conditions environnementales et de la sensibilité des pommiers à divers stades phénologiques (voir l'annexe A, *Liste des fournisseurs de matériel de surveillance et d'agents de lutte biologiques*, p. 237, pour savoir où se procurer le logiciel). Pour utiliser le modèle Maryblyt, il faut consigner les maxima et minima quotidiens, les données sur les précipitations et les épisodes de rosée, ainsi que le stade phénologique des pommiers du verger. En fonction des données saisies, le logiciel Maryblyt prévoit à quel moment surviendront les infections des fleurs et indique à quel moment un traitement bactéricide sera nécessaire. Le modèle prévoit aussi le moment où devraient apparaître les symptômes de brûlure bactérienne, afin d'aider les producteurs à planifier le moment où procéder à l'élagage si celui-ci est nécessaire. Le modèle de prévision Maryblyt prévoit une infection des fleurs si les conditions qui suivent se produisent en séquence et que la bactérie responsable de la brûlure bactérienne est présente :

- fleurs ouvertes avec pétales intacts;
- passage à 110 degrés-heures au-dessus de 18,3 °C depuis l'ouverture de la première fleur;
- épisode de pluie ayant laissé au moins 0,25 mm ou forte rosée, ou plus de 2,5 mm de pluie la veille;
- température quotidienne moyenne de 15,6 °C.

Modèle Cougarblight

Le modèle Cougarblight a été élaboré par Timothy J. Smith, Ph.D., Washington State University, à l'intention des producteurs de pommes et de poires de la Côte ouest, où il prévoit avec précision le moment des infections des fleurs. Le modèle, qui ne nécessite pas d'ordinateur, repose sur l'utilisation d'une feuille de saisie de données (voir annexe R, *Tableaux utilisés par le modèle Cougarblight*, p. 279) sur laquelle les producteurs notent les températures et si les fleurs ont été mouillées. Comme pour le modèle Maryblyt, ce modèle tient compte de la présence d'eau libre et des températures maximale et minimale quotidiennes pendant toute la période de floraison, en plus des données sur les antécédents de la brûlure bactérienne dans le verger et autour de celui-ci. Commencer à recueillir les données météorologiques à l'intérieur du verger au moins trois à cinq jours avant l'ouverture des premières fleurs. Suivre les consignes que voici pour être à même d'appliquer le modèle Cougarblight :

- Chaque matin, commencer par évaluer si les fleurs de chaque cultivar ou bloc sont mouillées. Le mieux est d'utiliser un capteur d'humidité, mais à défaut de cet appareil, l'évaluation peut se faire au juger. Si l'on ne sait trop si, un matin, les fleurs étaient mouillées ou non, pécher par excès de prudence et présumer qu'elles l'étaient. Dans la colonne « Mouillage des fleurs » de la feuille de saisie des données pour l'application du modèle Cougarblight (annexe R, tableau R-1, p. 279), indiquer, par un oui (O) ou un non (N) en regard de la date d'observation, si les fleurs étaient mouillées.
- Ensuite, consigner les maximum et minimum de la journée dans les colonnes correspondantes (annexe R, tableau R-1, p. 279). Pour des résultats précis, se fier aux thermomètres enregistreurs installés dans le verger. À défaut de ce matériel, utiliser les données météorologiques publiées pour la localité, en sachant toutefois qu'elles seront moins précises. Pour une liste des Services météorologiques offerts sur le Web, voir l'annexe I, *Services météorologiques en ligne*, p. 255).
- Noter les prévisions météorologiques locales des prochains jours dans la feuille de saisie des données du modèle Cougarblight (annexe R, tableau R-1, p. 279) afin de déterminer le risque d'infection du verger par la brûlure bactérienne.
- Au moment de noter les maxima et minima, toujours supposer que les fleurs risquent d'être mouillées. Il sera possible de rectifier cet élément d'information le lendemain, une fois que les données réelles seront connues.
- Trouver la valeur des degrés-heures quotidiens (annexe R, tableau R-2, p. 280) à partir du maximum et du minimum enregistrés et en fonction des maxima et minima prévus pour les quatre prochains jours. Inscrire les valeurs obtenues dans la colonne « Degrés-heures quotidiens ».

- Une fois que les données ont été consignées pour quatre jours consécutifs, faire la somme des quatre valeurs de degrés-heures quotidiens correspondantes et inscrire le résultat dans la dernière colonne sur la ligne correspondant à la quatrième série de données.

Pour interpréter le risque d'infection du verger par la brûlure bactérienne, il faut savoir si cette maladie a déjà sévi à l'intérieur ou autour du verger. Choisir la rangée du tableau de cotation des risques (annexe R, tableau R-3, p. 282) qui décrit le mieux les antécédents de brûlure bactérienne dans le verger et la situation du verger qui fait l'objet de l'analyse de risque.

- Si le verger n'a jamais connu d'infection par la brûlure bactérienne, la première colonne fournira l'évaluation des risques.
- Si la brûlure bactérienne s'est déjà déclarée dans le verger ou un verger voisin, utiliser les données de la deuxième colonne.
- Si l'on trouve des chancres actifs dans le verger ou un verger voisin, se fier aux données de la troisième colonne.

À partir de la « somme des quatre valeurs de degrés-heures quotidiens » inscrite sur la feuille de saisie des données, se reporter au tableau de cotation des risques (annexe R, tableau R-3, p. 282) pour trouver le risque de brûlure bactérienne.

Le tableau de cotation des risques (annexe R, tableau R-3, p. 282) est ventilé selon quatre catégories de risques :

- Un **risque faible** signifie que, dans le moment, les conditions ne sont pas propices au déclenchement d'infections par la brûlure bactérienne.
- Une **mise en garde** signifie que les conditions peuvent être propices au déclenchement d'infections par la brûlure bactérienne. Cette cote invite à la vigilance si des fleurs sont épanouies et qu'elles ont été mouillées par de la rosée ou de la pluie.
- Si les prévisions indiquent un **risque élevé** et que la brûlure bactérienne sévit dans la région, faire sans tarder une application de streptomycine.
- Si les prévisions météorologiques indiquent un **risque extrême** de brûlure bactérienne, les conditions propices à la multiplication des bactéries responsables de la brûlure bactérienne et aux infections sont imminentes, de sorte qu'une application de streptomycine doit absolument être faite avant la date fatidique.

À partir des températures maximale et minimale du jour et des températures prévues, les producteurs peuvent déterminer si leur verger est à risque de devenir infecté par la brûlure bactérienne, ce qui leur permet d'intervenir avant qu'il ne soit trop tard.

Le Centre pour la lutte antiparasitaire d'Agriculture et Agroalimentaire Canada distribue une feuille de calcul électronique de format Excel qui a été préparée à partir du modèle de prévision Cougarblight. Son utilisation ne nécessite pas de connaissances étendues en informatique, ni beaucoup de données (météorologiques ou autres). Une fois les données saisies, le programme calcule automatiquement le risque d'infection pour un verger en particulier. Pour en savoir plus sur le modèle Cougarblight, consulter le site de la Washington State University, *www.ncw.wsu.edu/treefruit/fireblight/2000f.htm* ou *http://das.wsu.edu/index.php*.

Sensibilité des cultivars et des porte-greffes

Tous les cultivars et porte-greffes de pommiers sont sensibles à la brûlure bactérienne, mais certains le sont moins que d'autres (tableau 4-12, *Résistance relative à la brûlure bactérienne des cultivars et porte-greffes de pommiers*). Au moment de planifier de nouvelles plantations, surtout dans le sud-ouest de l'Ontario (c.-à-d. au sud d'un tracé reliant Sarnia et Oakville), prendre en considération la sensibilité à la brûlure bactérienne dans le choix des cultivars et des porte-greffes (voir tableau 4-12).

La plantation de cultivars sensibles dans des zones où sévit la brûlure bactérienne risquerait non seulement d'entraîner de lourdes pertes économiques, mais aussi de constituer une importante source d'inoculum pour les cultivars moins sensibles présents dans le verger.

Tableau 4-12. Résistance relative à la brûlure bactérienne des cultivars et porte-greffes de pommiers*

Cultivars	Les moins sensibles	Moyennement sensibles	Très sensibles
Pommier	Enterprise	Ambrosia	Braeburn
	Freedom	Cameo	Fuji
	Jonafree	Cortland	Gala et types Gala
	Liberty	Creston	Ginger Gold
	Macfree	Empire	Golden Russet
	Northern Spy	Golden Delicious	Idared
	Red Delicious	Golden Supreme	Jonagold
	Redfree	GoldRush	Jonathan
		Granny Smith	Lodi
		Gravenstein	Mutsu
		Honeycrisp	Paulared
		Jerseymac	Pink Lady
		Macoun	Rome
		McIntosh	Rome Beauty
		Mutsu (Crispin)	Spigold
		Nova Easygro	Tydeman
		Nova Mac	Wealthy
		Pioneer Mac	Winter Banana
		Sansa	Yellow Transparent
		Spartan	
		Summered	
		Sunrise	
		Yataka	
Pommetier		Dolgo	Manchurian
			Snowdrift
Porte-greffe	M.7	MM.106	M.9
	B.95	MM.111	M.26
	Robusta 5	M.41	M.27
	Cornell-Geneva		Mark
	(CG) série 5		Ottawa 3

*La notation de la résistance n'est pas toujours rigoureusement conforme à la réalité, car la résistance peut varier en fonction des conditions de croissance.

Pratiques de lutte culturale

Voici les pratiques de lutte culturale recommandées pour réduire l'incidence et la propagation de la brûlure bactérienne dans le verger :

- Éviter les apports excessifs d'engrais azotés. Un excès d'azote stimule la croissance végétative succulente, qui est sensible à la brûlure bactérienne. Se limiter aux apports d'azote justifiés par des analyses foliaires annuelles. Envisager de fractionner les apports de fertilisants, à raison de la moitié au printemps avant que la croissance reprenne et de la moitié après le stade calice (chute des pétales). Si l'incidence de la brûlure de la fleur a été forte, différer la seconde application. De même, éviter tout travail tardif du sol qui risquerait de rendre l'azote biodisponible aux pommiers et de stimuler la croissance végétative succulente en fin de saison.
- Chez les pommiers sains, éviter les élagages majeurs durant l'hiver, afin de ne pas stimuler la croissance végétative la saison de croissance suivante. Le fait de se limiter à une taille annuelle périodique et de réduire au minimum le nombre d'incisions garde l'arbre moins « réactif ».
- Retarder l'élagage d'été jusqu'au moment de la formation des bourgeons terminaux (c.-à-d. attendre que les pousses terminales se soient endurcies), ce qui se produit généralement entre le début et le milieu d'août. L'élagage effectué l'été dans le but de stimuler la croissance des rameaux fructifères (lambourdes) dans les vergers de pommiers à haute densité encourage la croissance de nouvelles pousses et prolonge la période de vulnérabilité à la brûlure des pousses. Si la brûlure bactérienne sévit, désinfecter les outils servant à l'élagage après chaque coupe. Toutefois, il n'est pas nécessaire de stériliser les outils d'élagage si la coupe est faite sous le point d'infection (soit 30 cm sous les symptômes visibles) et par conséquent si la partie élaguée ne comporte pas de sections concentriques sombres. Dans les vieux vergers qui sont fortement infectés par la brûlure bactérienne, éviter carrément l'élagage estival. Supprimer les dards sur le tronc principal et sur les branches charpentières afin d'éliminer leur potentiel infectieux.
- Les pousses adventives (gourmands) offrent de bons points d'entrée à la maladie qui s'attaque ensuite aux grosses branches, aux branches charpentières et aux troncs. Supprimer périodiquement les gourmands en début de saison (c.-à-d. en juin).
- Élaguer les arbres infectés durant la période de dormance afin d'éliminer tous les chancres hivernants et les sources d'inoculum. Faire les coupes bien en deçà des zones visiblement infectées.
- Éviter de recourir à l'irrigation par aspersion afin de prévenir un excès de croissance végétative et de réduire la propagation des bactéries à l'intérieur du verger.
- Maintenir de bonnes pratiques de lutte intégrée afin d'empêcher le plus possible les insectes de propager les bactéries responsables de la brûlure bactérienne et de causer des lésions aux tissus des feuilles et des pousses, lésions qui servent de points d'entrée aux bactéries. Il est particulièrement important de veiller à une bonne maîtrise des insectes suceurs comme les cicadelles, les pucerons et les punaises des plantes. Faire un dépistage fréquent (hebdomadaire) des insectes nuisibles et intervenir au besoin.
- Surveiller de près les sources d'inoculum extérieures au verger, comme les espèces ornementales sensibles ou les pommiers abandonnés, les aubépines, les sorbiers d'Amérique, les cotonéasters et les cognassiers qui se trouvent à proximité des vergers commerciaux, à la recherche de signes de la brûlure bactérienne et de chancres. Les chancres hivernants sont l'une des principales sources de bactéries pour les infections subséquentes. Si possible, supprimer ces hôtes aux abords des vergers.
- Inspecter les vergers deux fois par semaine à compter de la floraison, à la recherche d'infections des fleurs. Il est possible d'atténuer les répercussions que pourrait avoir la maladie plus tard dans la saison en supprimant sans tarder les fleurs infectées. Supprimer les dards infectés en

les coupant à au moins 15 cm sous les symptômes visibles d'infection. Si la brûlure de la fleur est observée dans un endroit précis du verger, rechercher un chancre actif aux alentours et le supprimer sans tarder.

Quand la brûlure bactérienne revient année après année dans un verger, mettre en place des interventions plus musclées pour tenir cette maladie en échec. Pour plus d'information sur la lutte contre la brûlure bactérienne, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Conseils d'élagage

Élaguer les branches infectées par la brûlure bactérienne en les coupant à au moins 30 cm sous les signes visibles de la maladie sur le bois de deux ans ou plus. Si l'élagage est bien fait sous les tissus infectés, il n'y a pas lieu de désinfecter les outils d'élagage entre les coupes. Toutefois, lorsque l'élagage est réalisé par des personnes inexpérimentées, exiger la désinfection des outils.

Élagage suivant la méthode du « vilain chicot »

Si un verger est devenu lourdement infecté par la brûlure bactérienne, envisager de couper les parties atteintes en recourant à la méthode dite du « vilain chicot ». Cette méthode exige que l'on coupe les points d'infection de brûlure bactérienne dès l'apparition des premiers symptômes et avant que la nécrose ne s'étende. Il faut effectuer une taille à 30 cm ou plus sous le symptôme visible dans du bois de deux ans ou plus, en prenant soin de laisser un chicot d'au moins 13 cm avant le prochain rameau sain. Peindre le chicot d'une couleur voyante afin de faciliter le repérage durant la période de dormance. Éviter de faire un élagage trop considérable qui stimulerait la croissance végétative succulente, ce qui aurait pour effet de prolonger la période de sensibilité des pommiers à la brûlure des pousses. Un petit chancre peut se développer sur le vilain chicot, mais l'arbre limite généralement la maladie à ce chicot. Pendant la période de dormance, éliminer tous les vilains chicots du verger.

Agents de lutte biologique

Serenade Max, Bloomtime et BlightBan sont des produits biologiques homologués pour la lutte contre la brûlure bactérienne dans les vergers de pommiers. Pour plus d'information sur ces produits, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Régulateurs de croissance

Apogee est un régulateur de croissance homologué au Canada pour la lutte contre la brûlure des pousses de pommiers. Des études montrent que ce produit contribue aussi à réduire l'incidence et la gravité de la brûlure bactérienne dans les vergers, lorsqu'il est employé conformément aux recommandations portées par l'étiquette. Apogee n'a aucun effet direct sur l'agent pathogène responsable de la brûlure bactérienne; il réduit la croissance végétative des pousses sensibles et stimule le système de défense de l'arbre afin que celui-ci puisse combattre les infections. Sans être infaillible, ce produit s'ajoute néanmoins aux outils permettant de réduire l'incidence de la maladie. Pour plus d'information sur l'utilisation d'Apogee contre la brûlure bactérienne, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Gestion des résistances

Des souches résistant à la streptomycine ont été découvertes en Colombie-Britannique, au Michigan, dans l'État de New York, en Californie, dans les États de Washington et de l'Oregon, ainsi qu'en Grèce et en Égypte. Une enquête menée au début des années 1990 dans tous les blocs de pommiers et de poiriers du sud de l'Ontario a révélé que toutes les souches de la brûlure bactérienne étaient alors sensibles à la streptomycine en Ontario.

Des souches résistant aux traitements cupriques ont été identifiées dans des isolats égyptiens et pourraient être présentes parmi les souches de la bactérie responsable de la brûlure bactérienne en Amérique du Nord.

On peut atténuer la pression de sélection exercée et ralentir l'apparition d'une résistance aux traitements cupriques et à la stroptomycine en limitant le nombre d'applications de chaque produit à trois par saison de

croissance. Consulter l'étiquette des produits à base de streptomycine pour connaître le délai d'attente à respecter avant la cueillette.

Taches vésiculaires

Les taches vésiculaires, causées par *Pseudomonas syringae* pv. *papulans*, se manifestent probablement dans la plupart des vergers de pommiers. De nombreux cultivars, dont Golden Delicious, Red Delicious, Jonagold et Cortland, sont sensibles à cette maladie, mais le Mutsu (Crispin) l'est particulièrement. La maladie ne s'attaque généralement qu'aux cultivars sensibles à la maladie qui sont plantés à proximité d'un bloc infecté planté de pommiers appartenant au cultivar Mutsu qui y est très sensible. Les infections se produisent d'ordinaire s'il pleut souvent entre le milieu et la fin de juillet, période où le fruit est à un stade de croissance sensible.

Symptômes

Les symptômes se manifestent initialement par de petites cloques aqueuses associées aux lenticelles (pores) à la surface des fruits. Les premières taches sont souvent décelées près de la cuvette oculaire (œil) des fruits exposés au soleil sur le pourtour du houppier (figure 4-162). Souvent, les symptômes n'apparaissent pas avant le milieu ou la fin de juillet, après quoi la bactérie ne peut plus infecter les fruits. Les lésions prennent tôt ou tard l'aspect de cloques brunes auréolées de noir pourpré dont le diamètre atteint tout au plus 4-5 mm à la surface des fruits (figure 4-163). Les lésions ne pénètrent que rarement la chair sur plus de 1-2 mm de profondeur. Aucune pourriture ne se développe dans les fruits, mais il peut y avoir de quelques-unes à plus d'une centaine de taches sur une pomme, ce qui réduit sensiblement la qualité des fruits sur le marché du frais.

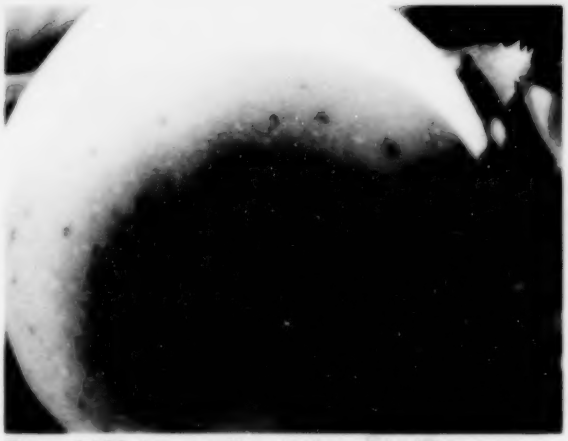


Figure 4-162. Les premières taches vésiculaires sont souvent décelées près de l'œil des fruits exposés au soleil sur le pourtour du houppier.

Figure 4-163. Les taches vésiculaires prennent tôt ou tard l'aspect de cloques brunes auréolées de noir pourpré dont le diamètre atteint tout au plus 4-5 mm à la surface des fruits.

Dans le sud-ouest de l'Ontario, une nécrose de la nervure centrale a été observée sur les feuilles infectées des pousses tendres (figure 4-164). Des lésions croûtées de couleur brune apparaissent sur la nervure centrale à la face inférieure des feuilles, qui finissent par s'enrouler et se cloquer (figure 4-165).

Figure 4-164. Nécrose de la nervure centrale sur des feuilles des pousses tendres infectées par la bactérie responsable des taches vésiculaires.

Figure 4-165. Lésions croûtées de couleur brune sur la nervure centrale et le pétiole à la face inférieure des feuilles infectées par la bactérie responsable des taches vésiculaires.

Comme les fruits sont couverts d'imperfections superficielles, ils sont impropres au marché du frais. D'autres champignons peuvent à l'occasion pénétrer les taches vésiculaires pour laisser des zones pourries sur les fruits.

Cycle biologique

La bactérie passe l'hiver dans les bourgeons, les cicatrices sur les feuilles et les fruits infectés de la saison précédente laissés sur le sol du verger. Même si les bourgeons infectés semblent sains, les bactéries se multiplient au printemps et sont disséminées par des éclaboussures de pluie sur les feuilles et d'autres parties végétales présentes dans le verger. Les bactéries survivent et se multiplient sur les surfaces foliaires de même que sur les mauvaises herbes du verger, sans causer aucun symptôme. Les conditions chaudes, humides ou pluvieuses du printemps et du début de l'été favorisent la prolifération des populations bactériennes et l'infection subséquente des nervures des feuilles et des fruits. À la fin du printemps ou au début de l'été, une brève averse suffit à transporter les bactéries sur les fruits en pleine croissance où elles s'immiscent par les pores ou les lenticelles. Les jeunes pommes Mutsu sont particulièrement sensibles deux semaines après la chute des pétales et pendant environ six semaines par la suite (fin de juillet), après quoi les lenticelles ne sont plus sensibles à l'infection par la bactérie.

Surveillance et lutte

Pour la plantation d'un bloc de pommiers Mutsu, obtenir du matériel de pépinière exempt de la maladie et éviter de planter des pommiers à proximité de blocs plantés de pommiers Mutsu plus vieux où sévit la maladie. Le cultivar Shizuka donne des pommes qui ont un aspect et une qualité semblables à celles du cultivar Mutsu tout en étant beaucoup moins sensible aux taches vésiculaires. Il peut donc servir de substitut dans les vergers dont les pommes ont déjà été atteintes de taches vésiculaires. Éviter d'utiliser un système d'aspersion sur frondaison durant la période où les fruits sont sensibles à la maladie. Un bloc « propre » nouvellement planté de pommiers Mutsu demeure souvent exempt de la maladie pendant une longue période. Tôt ou tard, les bactéries responsables de l'apparition de taches vésiculaires se disséminent dans le verger, causant initialement de faibles taux d'infection. Si rien n'est fait pour maîtriser la maladie toutefois, 80 % ou plus des fruits du verger peuvent être infectés. La maladie peut être moins dévastatrice au cours des années où les conditions météorologiques ne sont pas propices à la propagation des bactéries et au développement de la maladie. Une fois que les taches vésiculaires ont envahi un verger, rien ne peut être fait pour éradiquer la maladie, sauf qu'une gestion appropriée réduit les dommages causés aux fruits chaque année. Des recherches récentes montrent que

certains produits dotés de propriétés bactéricides réduisent efficacement les taux d'infection. Pour plus d'information sur les produits homologués pour la maîtrise des taches vésiculaires, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Maladies post-cueillette

Partout dans le monde, y compris au Canada, la moisissure bleue et la pourriture grise sont deux maladies préoccupantes des pommes entreposées. La moisissure bleue est la maladie post-cueillette la plus fréquente en Ontario et dans le nord-est du Canada, tandis que la pourriture grise est considérée comme étant celle qui est la plus fréquente dans l'ouest du Canada.

Moisissure bleue

La moisissure bleue est la maladie des pommes entreposées la plus courante en Ontario. Cette maladie est causée par les champignons *Penicillium expansum* et *P. solitum*. Certaines souches de *Penicillium* produisent également une mycotoxine cancérogène, la patuline. Les fruits atteints ont une odeur et un goût de moisi.

Symptômes

Les symptômes se manifestent d'abord par des zones molles et aqueuses de couleur brun clair autour de blessures ou de lenticelles à la surface des fruits. Les vieilles lésions peuvent être couvertes de spores d'un vert bleuâtre, alors qu'elles étaient initialement d'un blanc presque immaculé (figure 4-166). L'odeur de moisi et la formation de spores conidiales (corémie) à la surface de lésions bien développées sont des caractéristiques propres à *P. expansum* – la principale espèce de champignon responsable de la moisissure bleue chez les pommes au Canada. Dans les entrepôts réfrigérés, les lésions prennent de l'expansion pour atteindre de 2,5 à 3,8 cm de diamètre dans les 8 à 10 semaines qui suivent le début de l'infection. Les spores jouent un rôle important dans la propagation de la maladie aux autres pommes entreposées. Elles résistent au séchage et survivent à la surface des murs d'entrepôt et sur le matériel de conditionnement. Les spores s'accumulent également dans les solutions de bassinage post-cueillette et dans les cuves de flottation utilisées pour l'acheminement des fruits, après leur entreposage à long terme, vers les chaînes de conditionnement.

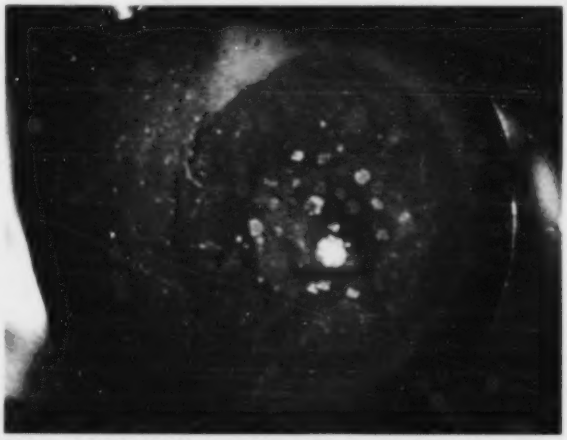


Figure 4-166. Moisissure bleue sur une pomme ***(Deena Errampali, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada).***

Cycle biologique

La moisissure bleue est un agent pathogène qui pénètre dans les fruits par les lésions résultant des opérations de cueillette et de manutention. Les spores sont présentes pratiquement partout et survivent pendant de longues périodes dans des conditions défavorables. Elles survivent également d'une saison de croissance à une autre sur des boîtes de cueillette, des cellules contaminées et des murs d'entrepôt. L'agent pathogène envahit également les lenticelles de fruits trop mûrs à la cueillette ou de fruits entreposés sur une trop longue période.

Surveillance et lutte

Un assainissement général et l'évitement de conditions propices à l'infection sont essentiels à la maîtrise post-cueillette de la moisissure bleue chez les pommes. Lors de la cueillette et de la manutention des fruits, prendre les précautions nécessaires pour éviter les meurtrissures et les lésions. Désinfecter les cellules contaminées et les murs d'entrepôt avant toute utilisation ultérieure. Cueillir les fruits à leur maturité optimale et les acheminer aussi rapidement que possible dans une aire d'entreposage à froid. Débarrasser quotidiennement les stations fruitières

des fruits en décomposition. Dans de nombreuses régions, *Penicillium* a développé une résistance aux fongicides à base de benzimidazole utilisés pour les pulvérisations pré-cueillette et les bains post-cueillette. Ces dernières années, de nouveaux types de fongicides ont été homologués pour la maîtrise post-cueillette de la moisissure bleue et de la pourriture grise au Canada. Pour plus d'information sur l'application pré- et post-cueillette de fongicides visant la maîtrise de la moisissure bleue et de la pourriture grise, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Pourriture grise

La pourriture grise, une maladie post-cueillette de la pomme et de la poire, est considérée comme étant un problème moins grave que la moisissure bleue. Elle est causée par le champignon *Botrytis cinerea* et peut entraîner des pertes importantes de pommes et de poires durant l'entreposage.

Symptômes

La couleur des zones atteintes du fruit varie du brun pâle au brun foncé et est uniforme sur la totalité de la zone pourrie. La zone infectée est spongieuse, et les tissus atteints ne peuvent pas être séparés des tissus sains. Lorsque les lésions sont parvenues à maturité et que l'humidité relative est élevée, un mycélium duveteux allant du blanc au gris et des spores gris foncé apparaissent sur les zones pourries. Contrairement à la moisissure bleue, la pourriture grise n'a pas d'odeur caractéristique, sauf que les pommes en état avancé de décomposition ont une odeur de cèdre. Le fruit totalement envahi par la maladie semble avoir été « cuit au four » et finit par ramollir.

Cycle biologique

Le champignon colonise la matière organique sur le sol du verger. Les conidies du champignon sont principalement disséminées par des courants d'air et des éclaboussures d'eau. Le champignon responsable de la pourriture grise pénètre par les lésions que subissent les fruits durant leur cueillette et leur manutention. Le champignon envahit également les pédoncules des pommes et cause la pourriture pédonculaire. *Botrytis* forme des nids de pourriture en se propageant de fruit à fruit (figure 4-167) dans les cellules d'entreposage et cause des pertes importantes. Une humidité relative élevée favorise la prolifération mycélienne et la contamination secondaire de fruit à fruit. Les fruits touchés par cette contamination secondaire ne présentent pas nécessairement de symptômes visibles au moment du conditionnement et ne commencent parfois à se gâter que durant l'entreposage ou le transport.

Figure 4-167. Pourriture grise des pommes ***(Deena Errampali, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada).***

Surveillance et lutte

L'assainissement du verger joue un rôle important dans la gestion de la pourriture grise des pommes. Enlever les fruits pourris et les débris organiques sur le sol du verger pour réduire les taux d'inoculum de *B. cinerea* dans le verger. Appliquer de bonnes pratiques de gestion de la cueillette pour limiter le nombre de perforations et de meurtrissures de l'épiderme des fruits et prévenir ainsi l'infection des plaies. Cueillir les pommes à leur degré de maturité optimal afin de limiter les fendillements au niveau de la cuvette pédonculaire. Transporter aussi rapidement que possible les fruits cueillis dans un entrepôt réfrigéré. Enlever quotidiennement les fruits pourris afin de réduire la production et la dissémination de spores dans les stations fruitières.

Compte tenu de l'utilisation persistante de fongicides à base de benzimidazole dans les vergers

et les entrepôts, certaines souches du champignon responsable de la pourriture grise ont développé une résistance à ces produits. Ces dernières années, de nouveaux types de fongicides ont été homologués pour la maîtrise post-cueillette de la pourriture grise au Canada. Pour plus d'information sur l'application pré- et post-cueillette de fongicides destinés à la maîtrise de la pourriture grise, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Autres maladies et désordres des pommes

Taches internervaires

Les taches internervaires sont une maladie relativement courante mais bénigne qui affecte la Golden Delicious et des cultivars qui lui sont apparentés (p. ex. Aurora Golden Gala, Gala, Mutsu/Crispin, Sunrise, Silken).

La maladie est causée par un désordre physiologique qui commence généralement à se manifester dans les vergers de pommiers à la fin de juin ou au début de juillet. Les symptômes s'aggravent plus tard au cours de la saison de croissance et conduisent aux taches internervaires, puis à la défoliation de l'arbre. Dans les cas graves, jusqu'à 50 % des feuilles tombent en l'espace de plusieurs jours.

Symptômes

En règle générale, les symptômes n'apparaissent que sur les feuilles parvenues à maturité à la base du centre de pousses érigées et succulentes en rapide croissance. Les feuilles touchées commencent par présenter des brûlures nécrotiques jaunes (figure 4-168). Ces brûlures se trouvent généralement entre les plus grosses nervures des feuilles. Les feuilles atteintes tournent au jaune en l'espace de quelques jours, puis elles brunissent avant de tomber. La défoliation peut être importante. Les symptômes de la maladie apparaissent généralement par vagues (de deux à quatre ou plus) durant la seconde moitié de la saison de croissance. Toutes les mutations somatiques de la Golden Delicious apparaissant sur un porte-greffe quelconque sont également sensibles.

Cycle biologique

Cette maladie ne semble pas être causée par des facteurs biotiques, incluant des champignons, des bactéries, la pollution atmosphérique ou une carence en éléments nutritifs. On considère qu'il s'agit d'un désordre physiologique qui s'installe quand une période pluvieuse et fraîche de quatre ou cinq jours précède plusieurs jours très chauds et ensoleillés. On pense que cette maladie pourrait être due à un déséquilibre hormonal de l'arbre.

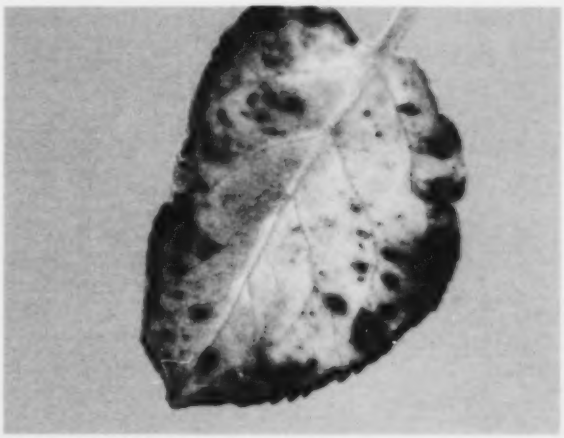


Figure 4-168. Taches internervaires.

Surveillance et lutte

Au cours de la surveillance hebdomadaire, rechercher des signes de taches internervaires sur les feuilles des cultivars de la Golden Delicious et de cultivars apparentés. Vérifier également le sol sous les arbres pour déterminer si des feuilles sont tombées.

Bien que les taches internervaires ne soient pas associées à un champignon ou à une bactérie, des chercheurs des États-Unis recommandent l'utilisation de fongicides à base d'éthylènebis (dithiocarbamate) (EBDC) durant les pulvérisations de couverture pour réduire les symptômes de ce désordre physiologique. La plupart des années, aucune intervention n'est nécessaire. Les arbres donnant une récolte annuelle moyenne sont moins attaqués par les taches internervaires que ceux qui donnent une récolte bisannuelle ou moins abondante. Les cultivars Golden Delicious taillés selon l'axe central sont moins sensibles aux taches internervaires que ceux qui sont taillés en gobelet.

Pourriture sclérotique (Sclerotinia sclerotiorum) et pourriture grise de l'œil (Botrytis cinerea)

La pourriture sclérotique (aussi appelée pourriture à sclérotes) et la pourriture grise de l'œil sont deux maladies du pommier qui sont souvent prises l'une pour l'autre et qui sont également confondues avec la pourriture noire qui se manifeste à l'extrémité apicale. Les deux maladies s'attaquent aux fruits et entraînent la formation d'une pourriture au niveau de l'œil des pommes. Elles ont peu de conséquences dans les vergers de l'Ontario et de l'est de l'Amérique du Nord. La pourriture sclérotique est causée par un champignon, *Sclerotinia sclerotiorum*, responsable d'une pourriture blanche, tandis que la pourriture grise de l'œil est causée par *Botrytis cinerea*, agent responsable de la pourriture grise.

Symptômes

Les premiers symptômes se manifestent par une coloration rougeâtre au niveau de l'œil des fruits. Peu de temps après, de petites lésions gorgées d'eau (1-2 cm) commencent à se former au même endroit. Ces lésions se transforment en une pourriture sèche brun pâle qui peut pénétrer les tissus des pommes sur plusieurs millimètres au niveau de l'œil des fruits ou à proximité de celui-ci. La pourriture – qui est molle initialement mais qui finit par s'assécher pour prendre une couleur marron clair – est enfoncée quelque peu et auréolée de rouge (figure 4-169). Une pourriture superficielle, sèche ou liégeuse s'installe généralement dans la chair sous la zone atteinte. En règle générale, à l'extrémité apicale, les lésions associées à la pourriture sclérotique ont tendance à s'installer d'un côté de l'œil, tandis que celles qui sont associées à la pourriture grise (figure 4-170) encerclent l'œil. Les deux maladies se ressemblent beaucoup, et leur identification positive nécessite l'isolement de l'agent pathogène.

Figure 4-169. La pourriture sclérotique causée par *S. sclerotiorum* se manifeste généralement en début de saison.

Figure 4-170. La pourriture grise de l'œil causée par *B. cinerea* se manifeste plus souvent sur les gros fruits plus tard durant la saison de croissance.

Ces maladies entraînent la formation de lésions sur les fruits et sont plus courantes lorsque le temps est frais et humide durant la floraison et la post-floraison. Les fruits infectés ne contaminent pas les autres fruits durant la saison de croissance. La vulnérabilité des cultivars de pommiers à la pourriture sclérotique et à la pourriture grise de l'œil n'est pas connue, mais les deux maladies ont été signalées sur les pommes McIntosh, Cortland, Paulared, Rome Beauty, Delicious, Honeycrisp, Milton et Macoun. Les symptômes sont généralement circonscrits à l'œil des pommes et ne sont pas associés à une décomposition interne étendue des fruits. Jusqu'à 20 % des fruits peuvent être atteints dans certains blocs de vergers.

Les symptômes de pourriture deviennent visibles environ un mois après la chute des pétales. Souvent, les fruits atteints tombent prématurément. Chez les fruits atteints de pourriture grise de l'œil, les symptômes apparaissent souvent durant l'entreposage.

Cycle biologique

Les pommiers sont généralement infectés durant la floraison ou peu de temps après celle-ci, mais les symptômes n'apparaissent souvent que plusieurs semaines plus tard, c.-à-d. environ un mois après la chute des pétales. La fenêtre d'infection et de développement de la maladie causée par *S. sclerotiorum* est très étroite. L'agent pathogène provoque l'infection et la maladie chez plus de 360 espèces de végétaux, y compris de nombreuses mauvaises herbes communes. Il passe l'hiver sous la forme de sclérotes durs et noirs, juste sous la surface du sol, généralement autour de la base de mauvaises herbes infectées. Au printemps, lorsque le sol reste presque saturé d'eau pendant une période allant de dix jours à plusieurs semaines et que la température reste fraîche (11-20 °C), les sclérotes germent et produisent de minuscules champignons de couleur brun pâle appelés apothécies. Les apothécies ont des chapeaux en forme de cuvette inversée qui contiennent des ascospores; celles-ci sont éjectées avec force dans l'environnement. Les spores n'infectent pas les fruits directement; elles infectent plutôt des tissus sénescents ou flétris, tels que des sépales ou des pétales de fleurs au stade calice. Les sépales ou les pétales sont colonisés par le champignon, puis, tôt ou tard, l'agent pathogène envahit l'œil des fruits. Il y a très peu de possibilités d'infection après la chute des pétales (calice) puisque *S. sclerotiorum* ne produit pas de spores secondaires et ne se propage pas de pommes infectées à pommes saines durant la saison de croissance. Lorsqu'il a pénétré l'œil des fruits, le champignon finit par coloniser les tissus adjacents, d'où les symptômes de pourriture constatés. Les fruits infectés tombent prématurément et le champignon infecte les mauvaises herbes sensibles avec lesquelles il entre directement en contact sur le sol du verger. Tôt ou tard, des sclérotes se forment sur les fruits colonisés ou sur les mauvaises herbes infectées. La pourriture grise de l'œil causée par *B. cinerea* se développe souvent plus tard dans la saison (fin juillet et début août) que la pourriture sclérotique, qui s'observe souvent du début au milieu de l'été. L'agent pathogène responsable de la pourriture grise de l'œil hiverne sous la forme de sclérotes, le plus souvent dans des pommes infectées de la saison précédente qui sont laissées sur le sol du verger. Au printemps, les sclérotes produisent des spores qui infectent les sépales ou les pétales durant la floraison. Le champignon demeure à l'état de dormance jusqu'à ce que les fruits approchent de la maturité plus tard durant l'été.

Surveillance et lutte

Durant la surveillance hebdomadaire des organismes nuisibles, examiner les fruits à la recherche de lésions. Une lutte efficace contre les mauvaises herbes réduit les populations de champignons responsables de la moisissure blanche. Dans un verger où a déjà sévi la pourriture sclérotique, faucher l'herbe de manière qu'elle reste courte durant les 10 à 14 jours qui précèdent la chute des pétales, car cela permet au sol de sécher et réduit l'apparition de conditions environnementales propices à la germination de sclérotes et à la production de spores subséquente. Ramasser les fruits infectés et en débarrasser le verger durant l'éclaircissage de mi-saison prévient également la prolifération de l'inoculum dans le verger. Comme ces organismes nuisibles ne sont présents que de manière sporadique, il n'y a pas lieu de faire de pulvérisations spéciales, car leur maîtrise est assurée par les interventions antérieures dirigées contre d'autres maladies. Certains fongicides employés en début de saison (voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières*) assurent plus tard la maîtrise de ces maladies.

Pourriture du cœur

La pourriture du cœur peut être attribuée à de nombreuses espèces de champignons présents à l'état naturel dans le verger. Les fruits sont infectés lorsque les spores de ces champignons pénètrent par l'œil puis atteignent le cœur. Les variétés qui ont généralement un œil ouvert, comme la Red Delicious, sont plus sensibles à la pourriture du cœur. La pourriture du cœur est plus

fréquente les années de nouaison peu abondante ou celles où du temps sec en début d'été est suivi de fortes pluies à la fin de l'été. Du temps pluvieux durant la floraison crée également des conditions propices à la production de spores par les champignons.

Du temps doux et l'humidité favorisent l'apparition de la pourriture du cœur. Les conditions environnementales empêchant la fermeture de l'œil des fruits durant leur développement permettent aux spores d'entrer dans les fruits. Une fois qu'un champignon causant la pourriture du cœur a infecté le cœur d'une pomme, les traitements fongicides ne sont plus d'aucun secours.

Symptômes

Les pommes infectées ont le cœur couvert d'une épaisse moisissure d'un jaune brunâtre et leurs pépins sont souvent encerclés de moisissure blanche. La moisissure atteint les loges carpellaires des fruits infectés (figure 4-171). Les fruits peuvent mûrir et tomber prématurément.

Figure 4-171. Pourriture du cœur.

Cycle biologique

Les champignons en cause colonisent les parties florales aussitôt que les boutons s'ouvrent. Ils pénètrent dans le fruit en développement par une ouverture de l'œil.

Surveillance et lutte

Les symptômes de la maladie comprennent un mûrissement prématuré et une chute prématurée des fruits. Pour détecter la pourriture du cœur, il faut généralement trancher le fruit en deux et chercher des signes de pourriture dans les loges carpellaires. Les agents responsables de la pourriture du cœur pénètrent dans la chair des pommes durant leur entreposage à long terme. Il est donc sage de commercialiser les fruits soupçonnés de présenter une pourriture du cœur le plus rapidement possible. Même si la pourriture du cœur est présente dans un verger, elle ne se propage pas et ne présage aucunement de problèmes futurs. La vulnérabilité des cultivars à la pourriture du cœur varie. Éviter de planter des cultivars dont l'œil est ouvert (Delicious et Ida Red) dans les régions sujettes à la pourriture du cœur. Même si des études montrent que l'application de certains fongicides durant la floraison contribue à réduire l'incidence de la pourriture du cœur, les résultats sont irréguliers, de sorte que des fongicides sont rarement recommandés. Les pratiques culturales visant à ouvrir la frondaison et à favoriser la circulation de l'air et la pénétration de la lumière (formation et taille des arbres) contribuent à l'assèchement rapide des surfaces végétales et à la réduction de l'incidence de la pourriture du cœur.

Dégradation des lenticelles

La dégradation des lenticelles est un désordre qui affecte certains nouveaux cultivars de pommiers tels que Gala, Honeycrisp, Ambrosia et Fuji, mais aucun agent pathogène n'y est associé. Elle apparaît généralement sur les pommes après leur cueillette et/ou après leur retrait de l'entrepôt.

Symptômes

Les symptômes se manifestent sur les fruits par des lenticelles foncées ou noires auréolées de petites taches brunes superficielles (figure 4-172), qui apparaissent souvent sur les fruits après leur conditionnement. Les taches s'affaissent avec le temps et peuvent être envahies par des champignons. Elles demeurent généralement à la surface de l'épiderme et ne rendent pas la chair liégeuse.

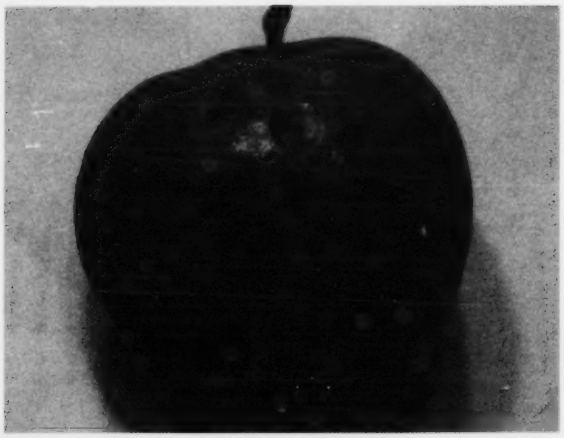


Figure 4-172. Dégradation des lenticelles.

Cycle biologique

Ce désordre n'est associé à aucun agent pathogène.

Surveillance et lutte

La vulnérabilité des pommes Gala à la dégradation des lenticelles semble varier. À ce jour, on ne comprend pas bien pourquoi la dégradation des lenticelles est un problème dans certains vergers, tandis que les fruits d'autres vergers ne sont pas affectés.

On sait peu de choses sur la façon de contrer la dégradation des lenticelles. Une recherche menée dans l'État de Washington montre que plus les fruits sont entreposés longtemps, plus ils sont susceptibles de développer une dégradation des lenticelles après leur conditionnement. Les pommes cueillies alors qu'elles sont dans un état de maturité avancée et/ou de déséquilibre minéral sont également plus sensibles. La dégradation des lenticelles peut être aggravée par les produits chimiques, les savons et les détergents utilisés pour la désinfection des bennes basculantes et/ou par les cires utilisées dans les stations fruitières. Elle est aussi aggravée par tout traitement post-cueillette SmartFresh.

Cœur aqueux

Le cœur aqueux se manifeste dans la plupart des régions pomicoles, mais il est plus préoccupant dans les régions au climat aride ou semi-aride. Il est courant chez les pommes cueillies tardivement. Parmi les cultivars sensibles au cœur aqueux, mentionnons les suivants : Delicious, Jonathan, Stayman, Fuji et Honeycrisp.

Symptômes

Le cœur aqueux est un désordre abiotique qui entraîne la formation de zones aqueuses dans la chair des pommes. La chair des pommes semble translucide et les espaces intercellulaires sont remplis d'une solution d'eau et de sucre. Dans les cas graves, les fruits semblent durs et vitreux et peuvent présenter des symptômes visibles de l'extérieur. Dans les cas bénins et modérés, les symptômes s'observent le plus couramment près du cœur et autour de faisceaux libéro-ligneux primaires, mais ils peuvent aussi se manifester dans n'importe quelle partie de la pomme.

Dans le passé, il fallait couper les fruits pour observer les symptômes internes de ce désordre. Un appareil récemment mis au point permet de détecter et de trier plusieurs types de cœur aqueux en mesurant le facteur de transmission de la lumière dans le fruit.

Cycle biologique

Le cœur aqueux cause plus de problèmes lorsque la chaleur et le soleil sont intenses. Un temps chaud au moment où les pommes approchent de la maturité est propice au développement du cœur aqueux. Ce problème survient surtout chez les fruits exposés au soleil, une forme grave de ce désordre étant souvent associée à la brûlure par le soleil. Chez les pommes ayant atteint un état de surmaturité, l'incidence du cœur aqueux augmente souvent rapidement.

Les fruits affectés sont plus susceptibles de présenter une décomposition interne (figure 4-173) et un arôme atypique alcoolisé durant l'entreposage à moyen et à long terme. Les cas légers de cœur aqueux peuvent toutefois se dissiper durant l'entreposage.

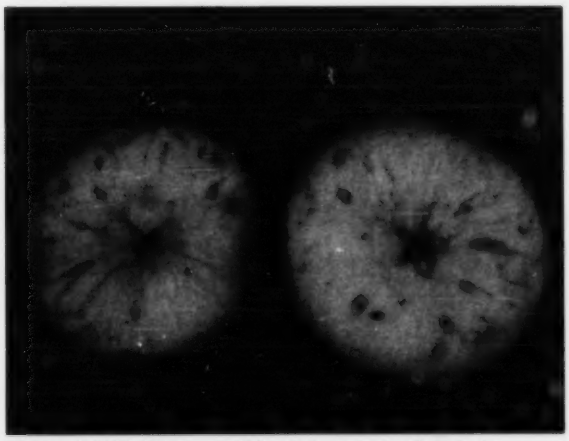


Figure 4-173. Décomposition interne causée par le cœur aqueux.

La cause exacte du cœur aqueux n'est pas bien comprise, mais on pense que ce désordre résulterait de changements dans l'intégrité des membranes associés à la maturation et au mûrissement.

Surveillance et lutte

Il est indispensable de ramasser les fruits avant que le cœur aqueux se développe – et au stade de maturité approprié – pour réduire l'incidence du cœur aqueux. Un apport adéquat en calcium et une utilisation judicieuse d'engrais azotés contribuent à limiter les dommages chez les cultivars sensibles, notamment les Jonathan, Delicious, Honeycrisp, Stayman, Winesap, Granny Smith et Fuji. Le cœur aqueux est associé aux conditions suivantes : fruits de gros calibre, ratio feuilles-fruits élevé, forte teneur des fruits en azote et en bore, faible teneur des fruits en calcium, éclaircissage excessif, forte exposition lumineuse et pulvérisations d'Ethrel. Un autre type de cœur aqueux survient par temps exceptionnellement chaud. Il se manifeste davantage du côté exposé au soleil des pommes, et est associé à la brûlure par le soleil.

Ne pas placer des fruits modérément ou fortement atteints de cœur aqueux dans une atmosphère contrôlée. Mettre rapidement les fruits sur le marché.

Taches amères

Les taches amères constituent un désordre physiologique des pommes qui cause des pertes importantes chez certains cultivars de pommiers depuis de nombreuses années. Le cultivar Northern Spy est fréquemment affecté par ce désordre. Dans des conditions propices, les taches amères peuvent affecter les pommes Delicious, Idared, Crispin, Cortland, Empire, Honeycrisp et d'autres cultivars. La sensibilité aux taches amères de certains nouveaux cultivars n'est pas connue à l'heure actuelle. Les taches amères ne sont pas toujours apparentes à la cueillette, mais peuvent se développer dans les fruits entreposés et entraîner de lourdes pertes en cours d'entreposage.

Symptômes

Les taches amères résultent de la décomposition physiologique des cellules se trouvant sous l'épiderme. Elles provoquent de légères dépressions qui se concentrent d'ordinaire au niveau de l'œil des fruits (figure 4-174). Dans ces dépressions, les tissus sont foncés, secs et spongieux et ont un goût amer. Dans certains cas, les symptômes ne sont pas apparents à la surface des fruits mais se manifestent sous la surface.

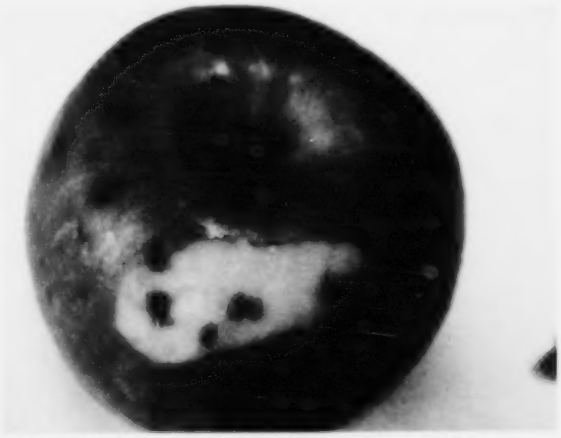


Figure 4-174. Taches amères *(John A. Cline, Ph.D., Université de Guelph).*

Cycle biologique

Un apport excessif en azote (N) ou en potassium (K), de même qu'un taux variable d'humidité dans le sol peuvent causer les taches amères. Le calcium (Ca) joue un rôle important dans la formation des parois cellulaires. Lorsqu'il y a une carence en calcium, les parois cellulaires perdent leur intégrité, ce qui entraîne l'apparition de symptômes qui varient légèrement d'une variété à l'autre. Les gros fruits sur des arbres donnant une récolte peu abondante sont plus susceptibles de présenter des taches amères.

Surveillance et lutte

Surveiller la présence de symptômes sur les fruits.

Les pratiques culturales dans les vergers où ont déjà sévi les taches amères peuvent être modifiées de manière à limiter l'incidence de ce désordre. L'apport en calcium, directement lié à la formation de taches amères, est abordé à droite. D'autres éléments nutritifs interagissent avec le calcium présent dans les fruits. Un déséquilibre nutritif aggrave les problèmes liés aux taches amères.

Par exemple, un apport excessif en azote favorise le grossissement des fruits, ce qui entraîne la dilution du calcium présent dans le fruit et aggrave les symptômes de taches amères. Déterminer l'apport d'engrais azotés nécessaire en fonction de l'analyse des feuilles. Un apport excessif en azote stimule la croissance végétative et produit de grandes feuilles foncées. Si les taux d'azote sont élevés, réduire la quantité d'engrais azotés et, dans les cas extrêmes, ne pas en épandre du tout. Épandre les engrais azotés le plus tôt possible au printemps. La recherche montre que l'épandage d'engrais azotés après la mi-avril augmente l'incidence des taches amères.

Un apport excessif en potassium abaisse par ailleurs la teneur en calcium des fruits, surtout chez ceux dont la teneur en calcium est déjà faible. Épandre les engrais potassiques si l'analyse des feuilles en indique le besoin.

Le bore (B) participe au mouvement du calcium dans le fruit. Un désordre calcique comme celui qui est associé aux taches amères peut se manifester dans un fruit présentant une carence en bore. S'assurer que l'analyse foliaire révèle une teneur en bore suffisante.

- La taille (élagage) peut entraîner une augmentation des concentrations d'azote. Si l'on compte pratiquer une taille importante des arbres, réduire les doses d'engrais azotés. Une taille modérée annuelle est préférable.
- Le paillage atténue les fluctuations de l'humidité du sol et contribue ainsi à réduire l'incidence des taches amères. Ne pas utiliser de paillis présentant une teneur élevée en azote, comme les foins de légumineuses. L'obtention d'une large bande gardée exempte de mauvaises herbes grâce à un herbicide donne lieu à un taux d'azote excessif et augmente l'incidence des taches amères. Faire en sorte que la bande exempte de mauvaises herbes ne s'étende pas au delà du pourtour du houppier.
- L'éclaircissage excessif des fruits ou une récolte peu abondante donnent des fruits de plus gros calibre. Promouvoir une récolte annuelle par un éclaircissage approprié. Pulvériser du calcium lorsque la récolte est peu abondante ou que les fruits sont gros.
- Comme les taches amères apparaissent durant l'entreposage, réduire les pertes par une mise en marché rapide des gros fruits ou des fruits provenant de régions où les taches amères ont déjà causé des problèmes.

Apport en calcium

Les taches amères sont étroitement liées aux concentrations de calcium dans les fruits. Le calcium est relativement immobile dans les arbres. Les feuilles et le sol peuvent renfermer amplement de calcium, alors qu'il peut en manquer dans les fruits. Le calcium présent dans les fruits est un bien meilleur indicateur des risques de taches amères que le calcium présent dans les feuilles ou le sol. La teneur en calcium des fruits diminue progressivement depuis le pédoncule (fortes teneurs

en calcium) jusqu'à l'œil (faibles teneurs en calcium) où se manifestent initialement les taches amères.

À la mi-juillet, le gros du calcium a déjà été absorbé par les fruits. À partir de ce moment-là et jusqu'à la cueillette, le calcium présent dans le fruit se dilue à mesure que le fruit grossit. Plus les fruits sont gros, plus le calcium est dilué, et plus la probabilité de carence en calcium augmente. Il peut même se produire une certaine migration de calcium hors du fruit tard dans la saison. La pulvérisation de calcium sur les fruits au moment de leur grossissement augmente les concentrations de calcium dans les fruits et réduit l'incidence des taches amères. L'application de calcium au sol n'est cependant pas un moyen efficace de réduire l'incidence des taches amères.

Analyse des fruits

L'analyse des fruits est un indicateur utile de la teneur en calcium des fruits et de la probabilité de développement de taches amères en cours d'entreposage. Trois semaines avant la cueillette, constituer un échantillon de vingt fruits de calibre moyen. Laver ces pommes avec de l'eau distillée pour en débarrasser la surface des dépôts de calcium. Pour préparer l'échantillon à analyser, combiner des coupes longitudinales opposées, allant de la cuvette pédonculaire à l'œil, en excluant le pédoncule et les pépins. Les valeurs analytiques optimales types pour l'entreposage à long terme de différents cultivars sont données dans la fiche technique n° 00-010 du MAAARO, *La lutte contre la tache amère des pommes.*

Les teneurs en calcium doivent être plus élevées en prévision d'un entreposage à long terme. Si les teneurs en calcium sont élevées, le potassium est moins néfaste qu'il ne l'est lorsque les teneurs en calcium sont faibles et il peut améliorer la qualité des fruits de certains cultivars. Lorsque les teneurs en calcium sont faibles, une forte teneur en potassium abaisse les teneurs en calcium et augmente l'incidence des taches amères. S'assurer que le ratio potassium/calcium ne dépasse pas 25:1.

Plomb

Le plomb, causé par *Chondrostereum purpureum*, est observé chez une grande variété d'arbres et d'arbustes à feuilles caduques, incluant ceux qui donnent des pommes, des abricots, des cerises, des nectarines, des pêches, des poires et des prunes. Le feuillage des arbres infectés prend une apparence argentée.

Symptômes

Le plomb se manifeste initialement sur une ou deux branches et s'étend tôt ou tard à la totalité de l'arbre, qui prend un aspect argenté (figure 4-175). Cet aspect argenté est causé par des poches d'air se formant entre les cellules épidermiques et palissadiques des feuilles. Dans les cas d'infections graves, les feuilles s'enroulent. Les symptômes deviennent généralement apparents sur les pommes après la chute des pétales. Ils s'aggravent progressivement au fil des ans. Les arbres atteints dépérissent et finissent par mourir. Dans d'autres cas, les grosses branches atteintes récupèrent complètement et ne présentent aucun symptôme. Le bois parfait des arbres infectés prend généralement une couleur brune et, à l'automne, les organes de fructification des champignons apparaissent à la surface des grosses branches gravement atteintes ou sur le tronc. Le plomb apparaît après de durs hivers – il s'agit d'un champignon opportuniste qui envahit les arbres à la faveur du bois attaqué. Les infections se manifestent sur certains cultivars de rusticité insuffisante pour les régions nordiques.

Figure 4-175. Plomb sur un pommier.

Cycle biologique

Des organes de fructification sont couramment observés sur le bois mort des nombreuses espèces d'arbres auxquelles s'attaque le plomb. Le champignon pénètre par des lésions ou les tissus morts.

Surveillance et lutte

Rechercher les symptômes durant la surveillance régulière du verger, surtout après la chute des pétales. Les plaies causées par la taille sont vulnérables à l'infection par les spores durant les périodes pluvieuses. Les arbres soumis à un stress sont également sensibles à l'infection. Le champignon peut pénétrer par des tissus blessés durant l'hiver. Un drainage et une fertilisation appropriés permettent de réduire l'incidence de la maladie. Une souche du champignon (*Chondrostereum purpureum*, PFC2139) est homologuée en tant que traitement bioherbicide (appelé pâte Chontrol) destiné à inhiber la repousse d'arbres coupés. Cette souche n'infecte pas les pommes.

Maladie de la replantation

Les pommiers qui ont de la difficulté à s'implanter ou qui ne s'implantent pas du tout sur une surface de replantation sont souvent considérés comme des arbres atteints de la maladie de la replantation. Jusqu'à récemment, on pensait que cette maladie survenait principalement sur des surfaces de replantation dont on avait enlevé de très vieux arbres fruitiers. On a toutefois constaté que la maladie pouvait survenir à l'occasion dans les trois ans qui suivent l'implantation d'un verger sur un nouveau site. Les causes et les symptômes de la maladie de la replantation varient d'une région à une autre et même d'un site à un autre. Même si des facteurs non biologiques contribuent à l'apparition de la maladie de la replantation, on a constaté que la pasteurisation et la fumigation du sol atténuaient, voire éliminaient, les symptômes de la maladie de la replantation, ce qui laisse supposer que les facteurs biologiques jouent un rôle important dans ce désordre. La maladie de la replantation a des répercussions économiques importantes sur la productivité d'un verger, car elle entraîne une réduction constante de la productivité tout au long de la vie du verger et se traduit par des coûts permanents de remplacement des arbres.

Symptômes

Les symptômes de la maladie de la replantation sur les arbres atteints comprennent le rabougrissement, de courts entre-nœuds, des feuilles en rosette, de petits systèmes racinaires pourris et décolorés donnant lieu à une faible productivité. Souvent, les arbres atteints ont moins de racines secondaires et de poils absorbants. Les jeunes arbres vigoureux atteints de la maladie de la replantation arrêtent souvent de croître au début de l'été. La feuillaison des arbres atteints se produit au printemps mais souvent avec peu ou pas de pousses. Les feuilles sont généralement petites et de couleur vert pâle comparativement aux feuilles d'arbres vigoureux. Peu de racines secondaires ou nourricières sont produites, et les racines produites se décolorent et se détériorent. Les cas graves entraînent la mort de jeunes arbres et de vergers complets. Les arbres des vergers non détruits par la maladie de la plantation donnent souvent des fruits deux ou trois ans plus tard que les arbres sains et, tout au long de la vie du verger, procurent rarement des rendements comparables à ceux-ci.

Cycle biologique

La maladie de la replantation et ses causes ne sont pas bien comprises. Divers champignons, bactéries et nématodes sont associés à cette maladie. Outre les facteurs biologiques, des facteurs non biologiques – le pH du sol, le stress hydrique (trop d'eau ou pas assez), le compactage du sol, les toxines, la structure du sol, les concentrations de métaux lourds dans le sol et une biodisponibilité insuffisante des éléments nutritifs (particulièrement le phosphore) – font également partie des facteurs contributifs de la maladie de la replantation. Bien que les facteurs abiotiques jouent un rôle important dans cette maladie, la recherche montrant une croissance fulgurante des arbres après la pasteurisation et la fumigation du sol suggère que cette maladie est principalement un phénomène d'ordre biologique. Dans le passé, les nématodes et les bactéries étaient considérés comme la principale cause de cette maladie, mais la recherche montre que d'autres organismes jouent un rôle important dans son développement. La théorie actuelle suggère que cette maladie serait causée par un complexe incluant plusieurs agents pathogènes fongiques (dont *Cylindrocarpon, Phytophthora, Pythium* spp. et *Rhizoctonia*), des bactéries et des nématodes parasites.

Surveillance et lutte

Souvent, en Ontario, le nématode radicicole concourt avec d'autres facteurs biologiques au déclenchement de la maladie de la replantation. Prélever des échantillons de sol sur un site avant l'implantation d'un jeune verger, en particulier si des pommiers ou d'autres arbres fruitiers y poussaient auparavant.

Il est plus facile et plus efficace de prévenir la maladie de la plantation que de la traiter. On ne peut pas faire grand-chose pour éradiquer la maladie une fois que les arbres sont plantés. Les causes de la maladie de la replantation sur différents sites varient beaucoup. Les sols ne répondent pas tous de la même façon aux divers traitements préalables à la plantation, et un traitement qui est bénéfique dans un verger n'aura pas nécessairement d'effet dans un autre.

Les méthodes culturales suivantes peuvent contribuer à éviter la maladie de la replantation :

1. Éviter de planter des pommiers sur un terrain duquel un vieux verger de pommiers a été enlevé récemment. Une rotation des arbres donnant des fruits à pépins sur plusieurs années (de deux à huit ans) est recommandée.
2. Corriger le pH du sol s'il est trop élevé ou trop bas par l'application de chaux ou de soufre.
3. Planter le plus tôt possible au printemps en veillant à ne pas négliger les importantes opérations préalables à la plantation.
4. Fournir un apport nutritif et une irrigation selon les quantités indiquées par les analyses de sol et de tissus de même que par le matériel de surveillance de l'humidité du sol. Encourager une bonne croissance par une taille et une formation appropriées ainsi que par une bonne maîtrise des mauvaises herbes.
5. Utiliser des porte-greffes résistant à la pourriture des racines.

Des chercheurs des États-Unis ont tenté de contrôler la maladie de la replantation par des méthodes de lutte biologique, notamment par le recours aux cultures de couverture résistant aux nématodes et l'enfouissement de différents types de résidus de cultures de couverture contenant des ingrédients biologiquement actifs. Les cultures de couverture s'implantent difficilement en présence de résidus d'herbicides, surtout s'ils proviennent de vieilles plantations. Il faut également utiliser un équipement spécialisé d'ensemencement et d'incorporation quand on a recours à de tels moyens de lutte biologique.

Des études menées à l'Université de Guelph montrent que l'incorporation de fumier de volaille à une dose de 4 %, en volume (l'équivalent de 8,9 tonnes/ha, incluant les rangées d'arbres), permet de réduire de façon significative l'incidence de la maladie de la replantation. Une réduction de l'incidence de cette maladie a été observée après l'application de fumier de volaille en pleine surface ou dans le trou de plantation.

Des recherches menées à la Cornell University montrent par ailleurs que des porte-greffes résistant à *Phytophthora* (p. ex. CG.30, CG.6210 et CG.16) peuvent être un bon moyen de lutte contre la maladie de la replantation sur des sites où *Phytophthora* est un facteur contributif de la maladie de la replantation. Les pommiers greffés sur des porte-greffes dont les racines affichent une résistance à *Phytophthora* (CG.30 et CG.6210) poussent bien, qu'ils soient plantés à l'intérieur de rangées où avaient déjà poussé des pommiers ou dans des allées enherbées. La fonction et la longévité racinaires des porte-greffes de la série CG étaient de deux à trois fois supérieures à celles des autres porte-greffes courants.

À l'heure actuelle, la lutte chimique contre la maladie de la replantation du pommier s'accomplit par fumigation du sol avant la plantation. L'utilisation de fumigants n'est pas encouragée par les programmes de production fruitière intégrée, et certains fumigants pourraient ne pas être disponibles à l'avenir en raison de leurs répercussions sur l'environnement. Pour obtenir de l'information sur les fumigants de sol, voir la publication 360F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures fruitières.*

Mauvaises herbes

Introduction

Qu'entend-on par mauvaises herbes?

Les mauvaises herbes sont des plantes qui poussent au mauvais endroit, ce qui, dans le cas des vergers de pommiers, signifie généralement sous les arbres. Dans la plupart des vergers, les rangées d'arbres sont séparées par du gazon, un couvre-sol qui est en soi bénéfique mais qui peut héberger d'autres plantes, comme les pissenlits, qui peuvent être indésirables.

Pourquoi les mauvaises herbes présentent-elles un problème?

Les mauvaises herbes font concurrence aux arbres pour l'utilisation de l'eau et des substances nutritives. Certaines mauvaises herbes peuvent aussi servir d'hôtes secondaires pour divers agents pathogènes, des nématodes ou des insectes nuisibles, comme les champignons responsables de la pourriture noire, les phytoplasmes, le nématode des racines (ou nématode radicicole) et la punaise terne (sur la stellaire moyenne, par exemple). La présence de mauvaises herbes peut également nuire à l'efficacité du travail dans le verger, par exemple en entravant les déplacements des ouvriers ou en provoquant des allergies (herbe à poux) ou des irritations de la peau par contact avec l'herbe à puce, la grande ortie ou les chardons.

Dépistage des mauvaises herbes

Pourquoi s'intéresser aux mauvaises herbes?

On trouve des mauvaises herbes dans tous les vergers, mais il y a de grandes variations entre les espèces poussant dans chacun et les densités de population qu'ils hébergent. De la même façon que le dépistage des insectes et des maladies s'inscrit dans toute démarche de lutte intégrée contre les infestations d'organismes nuisibles, de même le dépistage des mauvaises herbes est l'élément premier de tout programme de lutte intégrée contre les mauvaises herbes. L'information recueillie lors des tournées de dépistage permettra au pomiculteur :

- d'identifier les mauvaises herbes en début de saison, au moment où leur présence peut nuire aux rendements;
- de déterminer les herbicides à utiliser en fonction des mauvaises herbes à détruire;
- de choisir le cultivateur le mieux adapté à l'arrachage des mauvaises herbes à éliminer;
- de modifier ses méthodes de culture en fonction du cycle de vie des mauvaises herbes;
- de découvrir et de détruire les foyers localisés de mauvaises herbes avant que celles-ci ne se répandent dans le verger;
- de déterminer les zones où le travail du sol est à éviter;
- de déterminer les zones où il faudra procéder à un traitement localisé;
- de choisir le meilleur moment d'intervenir contre les mauvaises herbes.

Comment faire le dépistage des mauvaises herbes?

Le dépistage des mauvaises herbes peut se faire en même temps que celui des insectes et des maladies, mais une tournée distincte permettra des observations plus précises et une collecte plus sélective. Les étapes et les règles à suivre sont les suivantes :

- identifier le type de mauvaise herbe, c.-à-d. s'il s'agit d'une graminée ou d'une dicotylédone (mauvaise herbe à feuilles larges);
- déterminer le cycle de vie de la plante – annuelle, bisannuelle, vivace;
- trouver le nom de la mauvaise herbe, si possible;
- repérer la source des mauvaises herbes – p. ex., dans le paillis posé au pied des arbres, dans une rangée voisine de piquets de clôture, dans une échappée de mauvaises herbes, dans l'eau d'irrigation, etc.;
- cueillir des échantillons (avec racines, fleurs et tiges) pour procéder à une vérification (ranger ces échantillons dans un sac de papier, à l'intérieur d'un sac de plastique étiqueté);
- se déplacer dans le verger en décrivant des zigzags (les mauvaises herbes croissent en plaques localisées);
- examiner soigneusement les bords du verger à la recherche d'empiétements par les mauvaises herbes.

Comment consigner les résultats de sa tournée?

L'établissement de fiches d'observation à jour facilitera la prise de décision pour la saison en cours et permettra de constituer un dossier à long terme sur les invasions de mauvaises herbes et les problèmes connexes du verger. On devrait notamment retrouver sur ces fiches :

- le nom des mauvaises herbes (si possible),
- les stades de croissance des mauvaises herbes et de la culture,
- le nombre et la forme des feuilles,
- le moment où se produit la floraison,
- l'emplacement des zones infestées, reportées sur une carte du verger, et la proportion de la superficie totale infestée.

Outils du dépisteur de mauvaises herbes

Pour faire un bon dépistage, il faut prendre avec soi :

- son sens de l'observation le plus aiguisé,
- une loupe,
- des cartes représentant la zone recensée,
- un guide d'identification des mauvaises herbes,
- des sacs d'échantillonnage et un marqueur,
- un dossier des antécédents de la zone recensée.

Notions de biologie pour les tournées de dépistage

Il faut apprendre à distinguer les dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges) des graminées, ce qui est relativement simple. En plus, il faut se familiariser avec les habitudes de croissance des mauvaises herbes et avec les stratégies de lutte à mettre en œuvre aux stades où elles sont sensibles aux traitements.

Les mauvaises herbes peuvent évoluer en suivant l'un (ou plusieurs) des cycles de vie suivants :

Mauvaises herbes annuelles – Ces plantes poussent et fleurissent dans le cours d'une année. À noter que certaines mauvaises herbes de nos vergers sont des annuelles d'hiver, c.-à-d. qu'elles commencent

à pousser à l'automne, forment une rosette pour l'hiver et fleurissent au printemps ou à l'été suivant.

Mauvaises herbe bisannuelles – Ces plantes ont un cycle qui s'étend sur deux ans, c.-à-d. qu'elles produisent des feuilles au cours de la première année et des fleurs au cours de la seconde.

Les mauvaises herbes annuelles et bisannuelles livrent concurrence pour les substances nutritives et l'eau aux arbres sous lesquels elles poussent. Après la floraison, ces plantes meurent, mais leurs graines, en réserve dans le sol, peuvent continuer de nuire aux pommiers pendant des années.

Mauvaises herbes vivaces – Ces plantes, qui vivent de nombreuses années, se propagent généralement dans le sol par divers systèmes racinaires, certaines pouvant aussi se reproduire au moyen de graines. Elles fleurissent habituellement une fois l'an et s'étendent dans le verger en prolongeant leurs racines et en produisant des graines qui tombent en terre. Les plantes vivaces peuvent livrer une vive concurrence aux pommiers, surtout si elles sont regroupées en plaques touffues.

Le tableau 4-13 ci-dessous classe les mauvaises herbes les plus fréquemment rencontrées dans les vergers.

Tableau 4-13. Mauvaises herbes les plus souvent rencontrées dans les vergers

Classement des mauvaises herbes		
Annuelles	**Bisannuelles**	**Vivaces**
Échinochloa pied-de-coq	Bardane	Chardon des champs
Stellaire moyenne	Renoncule	Lierre terrestre
Digitaire	Lépidie densiflore	Pissenlit
Brome des toits	Carotte sauvage	Asclépiade
Chénopode blanc	Barbarée vulgaire	Plantain
Amarante		Herbe à puce
Herbe à poux		Chiendent commun
Renouée		Vigne sauvage

Objectifs de la lutte contre les mauvaises herbes

La lutte contre les mauvaises herbes à l'intérieur des vergers vise à maximiser le rendement des arbres fruitiers en éliminant les mauvaises herbes qui leur font concurrence aux périodes critiques de la croissance des arbres. Ces **périodes de grande sensibilité des arbres aux mauvaises herbes** sont les périodes où il importe de combattre efficacement les mauvaises herbes, pour les empêcher de nuire aux cultures. Les aspects importants à retenir sont les suivants :

- une protection efficace des cultures contre les mauvaises herbes à ces périodes sensibles permettra d'éviter une baisse des rendements;
- les mauvaises herbes qui poussent après la ou les périodes sensibles ne nuiront pas aux cultures;
- lorsque les mauvaises herbes gênent le développement des arbres pendant la période sensible, notamment dans l'année de plantation des arbres , les effets néfastes pourront se prolonger sur plusieurs années, voire la vie entière des arbres.

Il existe d'autres bonnes raisons de s'attaquer aux mauvaises herbes à l'extérieur des périodes sensibles, comme rendre l'endroit plus agréable pour les auto-cueilleurs, améliorer l'efficacité de la cueillette et réduire l'accumulation de graines de mauvaises herbes sur le terrain. Toutefois, il faut savoir que la lutte contre les mauvaises herbes hors des périodes sensibles ne permet pas d'augmenter les rendements.

Effets de la concurrence des mauvaises herbes sur les arbres

La concurrence livrée par les mauvaises herbes aux arbres fruitiers dans l'année de leur plantation ralentit considérablement leur croissance. Bien sûr, le maintien d'une bande libre de mauvaises herbes sous les arbres exige beaucoup d'énergie, mais il faut savoir que la présence même clairsemée de ces herbes nuit considérablement à l'arbre. La figure 4-176 montre la réduction du rythme de croissance due à la concurrence des mauvaises herbes durant les trois premiers mois suivant la plantation (de mai

à juillet). Le traitement à l'herbicide a complètement éliminé les mauvaises herbes de mai à juillet, ce qui a permis une croissance maximale de l'arbre. Les arbres dans la section désherbée à la main ont poussé moins bien, un certain nombre de mauvaises herbes ayant réussi à prendre racine entre les binages, ce qui illustre bien l'importance d'éliminer la totalité des mauvaises herbes sous les arbres. D'autres recherches révèlent en outre que l'effet nocif se reportera sur les années suivantes.

Figure 4-176. La concurrence livrée par les mauvaises herbes à un arbre nouvellement planté entraîne une importante réduction de sa croissance, mesurable après seulement trois mois *(document inédit, Harrow 1990).*

Période de grande sensibilité aux mauvaises herbes des pommiers nouvellement plantés

La période de grande sensibilité des pommiers aux mauvaises herbes couvre les trois premiers mois après la plantation. Les recherches effectuées sur l'effet néfaste des mauvaises herbes sur les nouveaux pommiers montrent bien la nécessité de combattre les mauvaises herbes au cours des trois premiers mois (mai, juin, juillet) suivant la mise en terre. La figure 4-177 indique par ailleurs qu'une élimination des mauvaises herbes en mai seulement donne de meilleurs résultats que leur élimination en juin seulement ou en juillet seulement. Si la période sans mauvaises herbes comprend mai et juin, la croissance sera plus grande que si elle se limite à un seul mois, et plus grande également que si la lutte couvre juin et juillet ou juillet et août. La croissance maximale du pommier est atteinte quand le sol sous l'arbre est libre de mauvaises herbes pendant les mois de mai, juin et juillet.

Figure 4-177. Croissance de cultivars Gala sur porte-greffes M26 nouvellement plantés lorsque les arbres sont protégés des mauvaises herbes pendant une période d'un mois, de deux mois et de trois mois après leur plantation.

Source : Merwin, I.A. et J.A. Ray. « Spatial and temporal factors in weed interference with newly planted apple trees » dans *HortScience*, 32:633-637, 1997.

La figure 4-178 montre les rendements d'arbres identiques lors de leur première année de production, deux ans après la plantation. À noter que les arbres protégés des mauvaises herbes pendant le mois de mai seulement, ou pendant les mois de mai et juin ou de mai, juin et juillet ont donné les meilleurs rendements lors de leur première année de production. On en conclut que la période sensible aux mauvaises herbes des arbres nouvellement plantés couvre les trois premiers mois après la plantation.

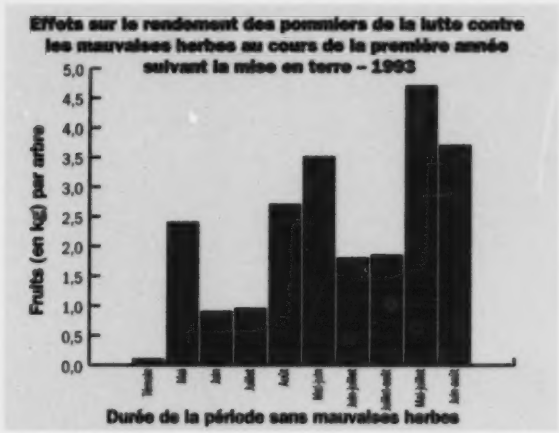


Figure 4-178. Le rendement des jeunes pommiers Gala sur porte-greffes M26 est directement lié à la durée de la période sans mauvaises herbes dans l'année de la plantation de l'arbre. Le meilleur rendement a été obtenu des arbres protégés des mauvaises herbes pendant les mois de mai, juin et juillet suivant la mise en terre de l'arbre.

Source : Merwin, I.A. et J.A. Ray. « Spatial and temporal factors in weed interference with newly planted apple trees » dans HortScience, 32:633-637, 1997.

Période de sensibilité aux mauvaises herbes des arbres en production

Pour un arbre qui porte des fruits, les effets néfastes de la concurrence exercée par les mauvaises herbes atteignent leur maximum entre le débourrement et le stade de formation du bouton terminal, c.-à-d. du printemps jusqu'au début juillet. Cette période correspond à quatre stades repères :

- la floraison,
- la nouaison,
- le grossissement des fruits,
- le début de la formation des boutons floraux.

Les conditions climatiques pendant la floraison, la nouaison et le grossissement des fruits influencent la récolte de la saison de croissance en cours, tandis que les conditions régnant au début de la formation des boutons floraux influenceront la récolte de la prochaine saison de croissance. La concurrence des mauvaises herbes doit être supprimée durant cette période de grande sensibilité des pommiers, soit entre le débourrement et le mois de juillet (figure 4-179).

Dans un verger nouvellement aménagé, des lacunes dans la couverture de gazon entre les rangées d'arbres peuvent entrainer une invasion précoce des mauvaises herbes (figure 4-180).

Figure 4-179. La concurrence des mauvaises herbes tôt dans la saison végétative prive les arbres des éléments nutritifs répandus sur le sol (noter la présence de stellaires moyennes et de bourse-à-pasteur sous les arbres à une période où ceux-ci sont particulièrement sensibles aux mauvaises herbes).

Figure 4-180. Un engazonnement inadéquat du sol entre les rangées d'arbres est à l'origine d'une invasion précoce des mauvaises herbes dans cette nouvelle plantation.

Rôle utile des mauvaises herbes

Les arbres se préparent à l'hiver par l'aoûtement - soit le processus par lequel les parois des cellules végétales se durcissent par apport de lignine. Le

processus commence à la fin de l'été et se poursuit tout l'automne. À la fin de l'été, on peut tolérer un peu de mauvaises herbes sous les arbres, car leur présence favorise la lignification (figure 4-181). La présence de ces mauvaises herbes à la fin de la saison de croissance réduit aussi le risque d'érosion des sols et crée un lieu d'hivernage favorable aux insectes utiles.

Figure 4-181. Un couvert gazonneux en bon état où l'on trouvera néanmoins un peu de mauvaises herbes, même dans les bandes traitées à l'herbicide, pourra aider les arbres à bien se préparer pour l'hiver.

Il faut se rappeler que la maîtrise des mauvaises herbes ne vise pas nécessairement à faire disparaître toute trace de mauvaises herbes. Un désherbage assez poussé pour que les arbres n'aient pas à souffrir d'une concurrence excessive pour l'eau et les éléments nutritifs suffira généralement à maximiser les rendements. Les vergers bénéficiant d'un bon apport en eau et en éléments nutritifs toléreront une plus grande concurrence de la part des mauvaises herbes que les vergers établis sur un sol sec et pauvre en éléments nutritifs (figure 4-182).

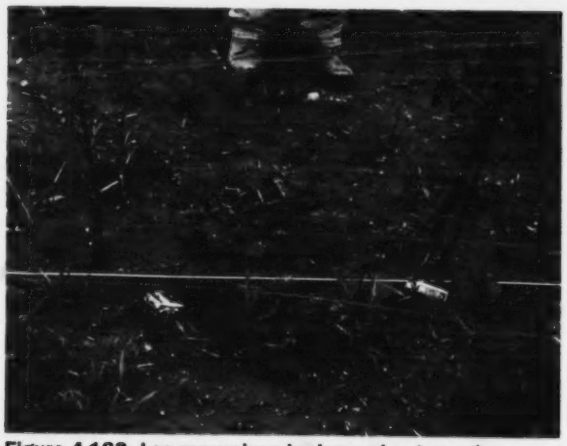


Figure 4-182. Les mauvaises herbes qui ont survécu aux efforts de désherbage tôt dans l'année de plantation viennent en concurrence avec les jeunes arbres pour l'eau et les éléments nutritifs. Un supplément d'eau (on voit ici le tuyau d'irrigation) permettra aux arbres de mieux tolérer la concurrence des mauvaises herbes.

Outils de lutte contre les mauvaises herbes

Dans les vergers, les herbicides font partie des outils de lutte contre les mauvaises herbes. Le paillage, le fauchage et le binage sont d'autres façons efficaces de lutter contre les mauvaises herbes, notamment dans l'année de plantation des arbres. Bien sûr, chaque stratégie comporte ses avantages et ses inconvénients, comme le précise le tableau 4-14, *Avantages et inconvénients des divers outils de lutte contre les mauvaises herbes*, p. 196.

Les stratégies de lutte contre les mauvaises herbes peuvent combiner plusieurs outils, d'où l'importance de connaître les avantages et les inconvénients de chacun. Le paillage, le travail du sol et/ou la tonte, de même que l'irrigation, peuvent influencer l'efficacité des herbicides appliqués sous les arbres (figure 4-183).

Tableau 4-14. Avantages et inconvénients des divers outils de lutte contre les mauvaises herbes

Outil	Avantages	Inconvénients
Travail du sol/ binage	• méthode efficace, notamment pour des herbes basses • aucune sélection : on élimine toutes les pousses • équipement de type courant	• risque de perturbation de la structure du sol • risque de propagation des mauvaises herbes vivaces • risque de dommages aux arbres ou aux racines • maîtrise à court terme seulement
Paillage	• méthode efficace si elle est bien appliquée • aucune sélection : on élimine toutes les pousses • préservation de l'humidité dans le sol • action à long terme	• disponibilité incertaine du paillis • prix du paillis et de son application • risque d'infestation par les rongeurs • répercussions possibles sur la nutrition de l'arbre • obligation d'avoir un paillis exempt de graines de mauvaises herbes
Tonte	• solution de sauvetage • action rapide • équipement facilement disponible • limitation de la dispersion des graines	• persistance des mauvaises herbes, qui peuvent continuer de nuire aux arbres • repousse rapide • interventions à répétition • risque d'endommagement des jeunes arbres
Herbicides	• méthode efficace • facile à mettre en œuvre • peut être sélective • applicable au moment voulu	• nécessité d'avoir un sol contenant 2 % de matière organique • nécessité d'avoir le matériel permettant de faire une pulvérisation dirigée • effets indésirables dans la lutte contre le complexe des ravageurs • coûts variables

Figure 4-183. Des mauvaises herbes peuvent prendre racine autour des distributeurs du système goutte-à-goutte, à la suite du lessivage des herbicides par l'eau. Le cas échéant, on devra procéder à des traitements d'herbicides localisés si le problème survient à une période de grande sensibilité des arbres aux mauvaises herbes.

Modes d'action des herbicides

Les herbicides homologués pour les cultures fruitières tuent les mauvaises herbes de différentes façons, mais on pourrait les classer en trois grands types.

Herbicides de contact – Ce type d'herbicide, appliqué sur les plantes, en attaque la partie aérienne. On le pulvérise sous les arbres, de manière à créer une bande de culture exempte de mauvaises herbes, et/ou on l'applique dans les allées séparant les rangées d'arbres. Certains herbicides de contact sont systémiques : ils sont absorbés par la plante et se diffusent vers le point végétatif et/ou les racines de celle-ci, ce qui assure une maîtrise à plus long terme des mauvaises herbes vivaces. Certains herbicides de contact ne sont pas systémiques et n'attaquent que les tissus verts au-dessus du sol. Ils détruisent la partie

aérienne, mais ne procurent pas une maîtrise à long terme des vivaces.

Herbicides rémanents (traitements en prélevée) – On applique ce type d'herbicide sur la surface du sol avant que les graines de mauvaises herbes ne germent. Le produit chimique reste sur le sol pendant des semaines ou des mois, tuant les graines à mesure qu'elles germent. Généralement, l'herbicide n'atteindra sa pleine efficacité qu'après une averse laissant au moins 12 mm; ainsi activé, l'herbicide reste longtemps efficace.

Herbicides sélectifs (traitements en postlevée) – Ce type d'herbicide est sélectif et ne s'attaque qu'à certaines familles de mauvaises herbes. Ainsi, les graminicides ne tuent que les graminées, tandis que les herbicides auxiniques (à base d'hormone) ne s'attaquent qu'aux dicotylédones. Ces herbicides sont généralement utilisés pour éliminer des plantes ayant échappé à un traitement antérieur ou pour venir à bout de mauvaises herbes rebelles, comme les chardons et les graminées annuelles.

L'utilisation de chaque type d'herbicide présente bien sûr des avantages et des inconvénients, comme le précise le tableau 4-15, *Avantages et inconvénients des divers types d'herbicides.*

Les herbicides sont classés par la Weed Science Society of America (WSSA) selon leur mode d'action sur les plantes (voir la liste des produits dans la publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*). Pour chaque type d'herbicide présenté, on peut trouver des produits appartenant à plusieurs groupes définis selon leur mode d'action. Par exemple, le glyphosate (vendu notamment sous les marques Roundup, Touchdown et Vantage), qui est un herbicide appartenant au groupe 9, et le paraquat (vendu sous la marque Gramoxone), un herbicide du groupe 22, sont des produits bien connus utilisés comme herbicides de contact.

Tableau 4-15. Avantages et inconvénients des divers types d'herbicides

Type	Avantages	Inconvénients
Herbicides de contact	• maîtrise de toutes les mauvaises herbes levées • produit bon marché • grande disponibilité • possibilité de cibler les périodes de grande sensibilité des pommiers	• risque de dommages aux arbres s'il est absorbé (certains ont une action systémique) • concurrence des mauvaises herbes hâtives • mauvaises herbes vivaces non atteintes • inefficacité contre les graines de mauvaises herbes pouvant germer après l'application
Herbicides à action rémanente dans le sol	• fiabilité • efficacité sur de longues périodes • possibilité de cibler les périodes de grande sensibilité des pommiers • bon rapport coût/efficacité • action à large spectre • possibilité d'application pendant une bonne partie de la saison de végétation	• risque de dommages aux arbres • application risquée sur des sols à faible teneur en matière organique • possibilité de restrictions liées à l'âge des arbres • risque de rémanence d'une durée dépassant la durée de vie du verger • incorporation au sol parfois nécessaire • application faite avant qu'on connaisse la nature exacte des problèmes • risque de modification des caractéristiques biologiques du sol
Herbicides sélectifs	• possibilité de cibler les périodes de grande sensibilité aux mauvaises herbes • efficacité contre des espèces spécifiques • réduction au minimum de l'utilisation d'herbicides • innocuité en général pour les arbres	• efficacité contre un groupe restreint de mauvaises herbes • traitement s'ajoutant souvent à d'autres herbicides • dépense supplémentaire • choix du moment capital

Dans l'élaboration de sa stratégie d'intervention contre les mauvaises herbes, le pomiculteur devra connaître à la fois le type et le groupe auxquels appartiennent les herbicides qu'il entend utiliser. Ainsi, il pourra décider d'appliquer un herbicide de contact du groupe 22 au printemps parce qu'il en aura utilisé un autre du groupe 9 à l'automne précédent.

Il est important d'utiliser en rotation des herbicides présentant divers modes d'action pour éviter de provoquer l'apparition d'une résistance des mauvaises herbes aux produits chimiques.

De nombreux herbicides sont formulés de façon à s'attaquer exclusivement à un type de mauvaises herbes, soit les graminées, soit les dicotylédones. Pour venir à bout de la large gamme de mauvaises herbes qu'on trouve généralement dans un verger, on utilisera deux herbicides différents mélangés sur place. Le mélange comprendra des produits qui s'attaquent à différentes catégories de mauvaises herbes, par exemple, le Dual II Magnum, efficace contre les graminées, et le Princep, efficace contre les dicotylédones. Si le sol est déjà couvert de mauvaises herbes, on ajoutera un herbicide de contact au mélange en cuve.

Les herbicides sélectifs sont tout indiqués pour traiter les échappées de mauvaises herbes, éliminer divers problèmes spécifiques (p. ex., les infestations de graminées ou de vesces) ou réduire la pression exercée par les dicotylédones sur les cultures grâce à l'application de 2,4-D en fin de saison. Il est préférable, dans une approche de lutte véritablement intégrée contre les mauvaises herbes, d'attendre que ces dernières soient apparues pour utiliser des herbicides, dans la mesure où la chose est souhaitable compte tenu de considérations pratiques comme l'opportunité du traitement, la gestion de la résistance aux pesticides et la correspondance avec les périodes de grande sensibilité des pommiers aux mauvaises herbes.

Enjeux relatifs à l'utilisation des herbicides

Gestion de la résistance aux herbicides

L'utilisation continue d'un même herbicide peut donner naissance à des souches de mauvaises herbes qui résistent de mieux en mieux à cet herbicide. Cette résistance est constatée pour un nombre grandissant de plantes, dans un nombre croissant de lieux à travers le monde. Ainsi, on a relevé dans les vergers ontariens, une résistance croissante à l'herbicide paraquat partout où le produit a été appliqué à répétition plusieurs années de suite.

Dans les vergers, il est courant d'utiliser des herbicides ayant des modes d'action différents, souvent au cours d'une même saison de croissance. L'utilisation massive qui a été faite dans les vergers des herbicides à base de triazines (p.ex. le Princep/simazine) laisse craindre l'existence de souches d'amarante (figure 4-184) et de chénopode blanc résistant aux triazines. On sait qu'après avoir employé constamment et exclusivement de tels herbicides, les producteurs de maïs ont provoqué une sélection qui a donné des souches de mauvaises herbes résistant aux triazines. Quand les pomiculteurs emploient des produits ayant divers modes d'action, Roundup, Ignite ou Gramoxone, par exemple, ils viennent à bout de toutes les mauvaises herbes résistantes. Les mauvaises herbes qui échappent aux traitements appartiennent généralement à des espèces contre lesquelles la simazine est peu efficace, comme les amarantes et les digitaires. Seuls des essais permettent d'établir avec certitude si une espèce donnée résiste aux triazines. Les pomiculteurs ont maintenant à leur disposition une gamme élargie d'herbicides, ce qui leur permet de choisir différentes familles de produits et différents modes d'action. Pour éviter de créer des résistances, mettre en œuvre une rotation des herbicides utilisés au cours d'une même année et d'une année à l'autre dans un même bloc de vergers.

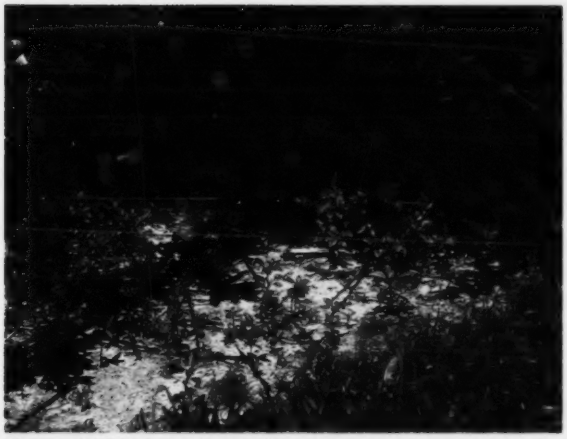


Figure 4-184. Dans de nombreux vergers, l'amarante est difficile à combattre; souvent, elle réapparaît après un traitement à base de simazine.

Contamination des eaux de surface et souterraines

De nombreux herbicides sont solubles dans l'eau et peuvent donc, une fois mélangés à l'eau, pénétrer dans le sol et atteindre la nappe d'eau souterraine. Une arrivée soudaine d'eau – comme une averse ou un afflux d'eau d'irrigation – peu après l'application du produit peut bien sûr accentuer les infiltrations d'herbicides. De même, un déversement d'herbicide à proximité d'un puits peut entraîner une contamination des eaux souterraines. On prendra toutes les précautions requises pour éviter ce genre d'incident, notamment sur des sols pauvres en matière organique.

Les herbicides à action rémanente dans le sol, comme la simazine, se lient étroitement aux particules de sol, ce qui signifie qu'ils peuvent être entraînés au loin s'il y a érosion. Des mesures de lutte contre l'érosion des sols doivent être prises si le site du verger présente des risques d'érosion par l'eau ou le vent.

Toujours se rappeler que les herbicides emportés loin de leur point d'application par infiltration ou érosion n'agiront plus contre les mauvaises herbes dont on veut se débarrasser.

Prévention de la dérive de pesticides

À titre d'exploitants agricoles procédant à des pulvérisations de produits chimiques, les pomiculteurs sont tenus par la *Loi sur les pesticides* d'empêcher toute dérive des pesticides hors des cibles visées. Deux types de dérive des pesticides doivent être évités :

- dérive de gouttelettes – dispersion de gouttelettes (moins de 100 microns) qui sont emportées par le vent ou les courants d'air au delà de la cible visée;
- dérive de vapeurs – dispersion au delà de la cible visée de vapeurs de produits volatils (p. ex., le 2,4-D).

Dans le Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur, on énumère dix façons de réduire la dérive des pesticides :

1. utiliser des dispositifs anti-dérive – abat-vents sur les buses, déflecteurs sur les rampes, écrans (perforés ou autres), rideaux d'air (figure 4-185);
2. recourir à d'autres méthodes d'application, comme un applicateur à mèche (figure 4-186);
3. s'abstenir de pulvériser chaque fois que la chose est possible en privilégiant, par exemple, diverses techniques culturales, le brûlage au chalumeau, le paillage biologique ou la tonte (figure 4-187);
4. lire attentivement les étiquettes des pesticides; suivre les instructions en tenant compte du stade de croissance des plantes et de la température de l'air ambiant, et prendre les précautions prescrites;
5. surveiller les conditions de la météo et éviter les pulvérisations lorsque les vents soufflent à plus de 10 km/h, que les températures sont supérieures à 25 °C et que l'humidité relative est inférieure à 75 %;
6. laisser des bandes tampons de la longueur requise sur l'étiquette du produit par rapport à la cible visée (si cette information ne figure pas sur l'étiquette, laisser une distance d'au moins la largeur de la rampe de pulvérisation);
7. diluer les pesticides dans de grandes quantités d'eau et utiliser des buses de grande dimension qui produisent des gouttelettes plus grosses et assurent un meilleur recouvrement;

8. se servir des adjuvants avec précaution (lire attentivement les instructions car ils peuvent modifier le mode de dispersion du produit);
9. abaisser la rampe, ce qui peut exiger le recours à des buses à grand angle;
10. bien choisir les buses (il en existe maintenant qui réduisent les risques de dérive).

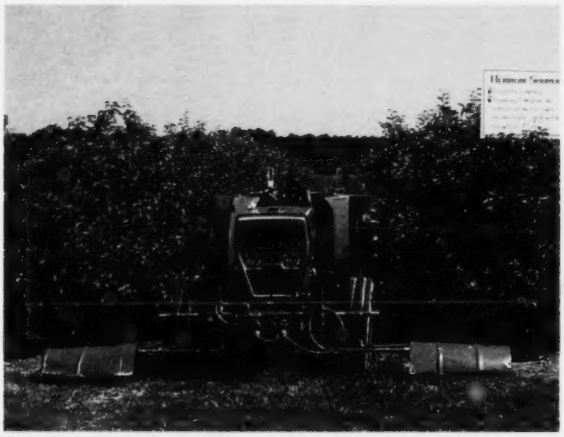


Figure 4-185. Protéger les buses par des écrans. Ils mettent ainsi les buses à l'abri du vent et évitent la dérive du nuage d'herbicide, ce qui protège notamment les branches basses de l'arbre.

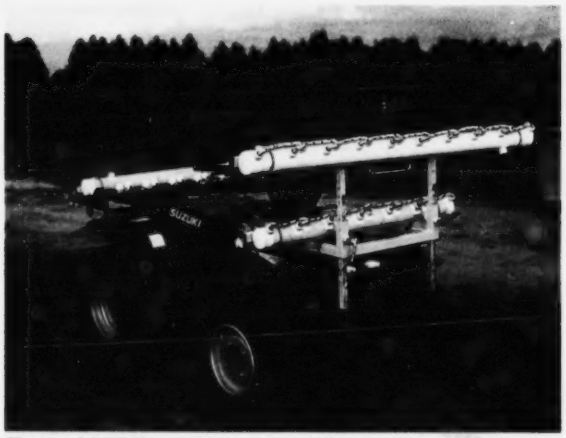


Figure 4-186. L'applicateur à mèche permet d'étendre l'herbicide sur les mauvaises herbes qui poussent sous les arbres, en évitant tout contact avec les arbres et toute dérive des herbicides.

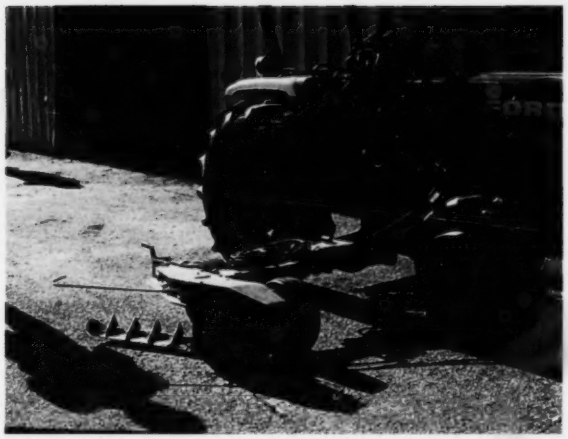


Figure 4-187. Pour couper les mauvaises herbes autour du tronc des arbres, utiliser une tondeuse munie de bras auto-rétractables pour éviter de blesser le tronc.

Effets des herbicides sur des organismes autres que les mauvaises herbes visées

Les herbicides peuvent avoir des effets sur divers organismes vivant dans le verger et non seulement sur les mauvaises herbes. Ainsi :

- certains herbicides sont toxiques pour la faune édaphique, comme les vers de terre; c'est le cas notamment du linuron (Lorox);
- certains herbicides s'attaquent à des mauvaises herbes qui servent d'hôtes à des insectes nuisibles, ce qui fait que l'élimination de ces mauvaises herbes contribue du coup à réduire les dommages que ces insectes infligent aux fruits. Ainsi :
  - en s'attaquant au lierre terrestre et à la stellaire moyenne, on réduit du coup les dommages causés aux fruits par la punaise terne;
  - en éliminant tôt au printemps les mauvaises herbes sur lesquelles le tétranyque à deux points (ayant hiverné dans le couvre-sol) se multiplie au printemps avant de migrer dans la frondaison de l'arbre, on réduit les dommages causés par cet acarien;
  - N.B. – Lorsqu'une population de punaises ternes ou de tétranyques à deux points s'est établie dans le couvre-sol du verger, il faut éviter de s'attaquer aux mauvaises herbes avec un herbicide, car cela forcerait ces deux organismes nuisibles à se réfugier dans les arbres.

- les herbicides dirigés contre les pissenlits qui tapissent le sol du verger (p. ex., le 2,4-D) peuvent nuire au travail des abeilles au moment de la pollinisation des pommiers. Les abeilles mellifères semblent plus attirées par les fleurs des pommiers que par celles des pissenlits, mais elles peuvent se rabattre sur les pissenlits pour maintenir l'approvisionnement de la ruche en miel si les conditions de vol sont mauvaises au moment de la floraison des pommiers.

Innocuité des produits récoltés

Les herbicides, s'ils ne sont pas utilisés correctement, peuvent endommager les pommiers. Bien lire l'étiquette pour connaître les restrictions qui s'appliquent selon le type de sol ou l'âge des arbres.

Teneur du sol en matière organique – En règle générale, on réservera les herbicides rémanents à des sols contenant au moins 2 % de matière organique (MO). Pour des sols plus pauvres en MO, on utilisera plutôt le Devrinol, un produit dont l'innocuité à l'égard des fruits récoltés ne dépend pas de la teneur en MO du sol. Le paillage est une autre solution intéressante pour des sols pauvres en MO. Il est recommandé de réserver l'utilisation de l'herbicide Sinbar à des sols contenant au moins 3 % de MO parce qu'il a tendance à se lier plus lâchement aux particules de sol.

Âge des arbres – Certains herbicides ne sont homologués que pour utilisation avec de jeunes arbres. Dans le cas du Treflan, cette restriction est due au fait que le produit doit être incorporé au sol. Dans le cas d'autres herbicides, aucune recherche n'a été réalisée pour garantir que les fruits de l'arbre au moment de la cueillette sont exempts de tout résidu du produit chimique. Certains herbicides sont formulés pour utilisation avec des arbres adultes. Par exemple, le linuron est réservé à des arbres de certaines espèces précises, qui ont au moins dix ans parce que la recherche sur l'innocuité des fruits récoltés n'a été réalisée qu'à l'égard d'arbres ayant dix ans. Pour certains produits, il faut attendre que l'arbre se soit donné une écorce plus épaisse ou ait développé un système racinaire plus étendu.

Résidus d'herbicides dans le sol

Dans les vergers destinés à l'arrachage au cours des trois années à venir, on évitera de se servir d'herbicides radiculaires ayant une longue période de rémanence. Notamment, on s'abstiendra d'utiliser la simazine (marques Princep et Simadex) et les marques Devrinol et Sinbar pendant plusieurs années avant de procéder à l'arrachage.

Incorporation des herbicides au sol

Les herbicides de marques Devrinol et Treflan doivent être incorporés au sol pour éviter que les rayons du soleil ne les dégrade. Dans le cas du Treflan, l'herbicide doit être mélangé à la terre avec des outils aratoires, ce qui limite son utilisation aux parcelles de verger nouvellement aménagées. Le Devrinol doit être incorporé au sol par l'intermédiaire de l'eau (pluie ou irrigation) dans un délai de deux jours en été ou de sept jours à la fin de l'automne.

Stratégies de lutte intégrée contre les mauvaises herbes

La lutte intégrée contre les mauvaises herbes, comme la lutte intégrée contre les ennemis du pommier, est une démarche multidisciplinaire de lutte contre les mauvaises herbes qui fait appel à des produits chimiques, à des moyens biologiques et à des techniques culturales. Les stratégies présentées ci-dessous ont prouvé leur efficacité dans les vergers ontariens, que ce soit avant la plantation des arbres, dans l'année de leur plantation ou dans les vergers en exploitation.

Avant la plantation des arbres

Dans les vergers, la lutte contre les mauvaises herbes effectuée avant la plantation des pommiers atténue les problèmes causés plus tard par les mauvaises herbes. Ainsi, on pourra profiter de l'année qui précède la plantation pour enrichir le sol de matière organique en faisant pousser une culture d'engrais vert (figure 4-188) qui contribuera à réduire la pression exercée par les mauvaises herbes.

Figure 4-188. Exemple d'utilisation d'une culture d'engrais vert (dans le cas présent, un croisement d'herbe du Soudan et de sorgho) mise en place dans l'année précédant la plantation des pommiers et incorporée au sol à l'automne pour éliminer les mauvaises herbes et rendre le sol plus meuble.

On commence par un traitement à l'herbicide de contact (p. ex., le glyphosate), après le début de la croissance des mauvaises herbes. Ensuite, on sème une culture d'engrais vert en choisissant une espèce qui donne un peuplement dense et qui étouffera par sa masse les mauvaises herbes annuelles. Si le choix s'est porté sur une graminée, comme une plante céréalière ou un hybride sorgho-Soudan comme dans la figure 4-188, on aura recours à un herbicide sélectif, comme le 2,4-D, pour combattre les dicotylédones vivaces, comme les chardons. On procédera à des applications d'herbicide Roundup au moyen d'un applicateur à mèche sur les zones rebelles au moment où les mauvaises herbes sont les plus sensibles, soit à l'étape du début du bouton floral pour le chardon des champs, à l'étape du bouton floral pour l'asclépiade et à l'étape de la pleine floraison pour le liseron. Pour le chiendent commun, on attendra que la plante soit en pleine croissance et présente au moins trois ou quatre nouvelles feuilles sur chaque pousse. Si on relève la présence de mauvaises herbes vivaces, on appliquera la dose supérieure de glyphosate, tel que l'indique l'étiquette du produit.

Il est recommandé de doter le nouveau verger d'une couverture herbacée dans l'année qui précède la plantation des arbres (la meilleure période pour semer le gazon est au début de l'automne). Une fois le gazon bien implanté, on créera, à l'aide d'un herbicide de contact, une bande dénudée dans l'alignement de la nouvelle rangée de pommiers (figure 4-189).

Figure 4-189. La couverture herbacée du verger peut être semée dans l'année précédant la plantation des arbres. Pour créer les bandes dénudées où l'on plantera les arbres, on se sert d'un herbicide de contact.

Première année (nouveaux arbres)

Après avoir aménagé le verger au printemps, on choisira un herbicide rémanent homologué pour les nouvelles plantations (figure 4-190). La bande dénudée doit s'étendre au delà de la limite du feuillage des arbres et rester exempte de verdure pendant toute la période critique de lutte contre les mauvaises herbes. À noter que la plupart des herbicides rémanents appliqués au sol sont efficaces de huit à douze semaines.

Figure 4-190. Le maintien de bandes dénudées un peu plus larges que la limite du feuillage protégera les pommiers de la concurrence exercée par les mauvaises herbes.

On peut aussi poser une pellicule plastique (figure 4-191) au sol, y percer des trous et y planter les pommiers. Il est conseillé d'utiliser du plastique noir pour empêcher les mauvaises herbes de pousser sous la pellicule (en les privant de lumière). Le plastique aura en outre pour effet de retenir l'eau dans le sol. La durée du plastique varie selon la qualité du matériau : une pellicule mince durera une année, tandis qu'une pellicule plus épaisse, du type utilisé dans les aménagements paysagers, pourra durer jusqu'à cinq ans.

Figure 4-191. L'installation d'une pellicule plastique au moment de la plantation des arbres permettra d'étouffer les mauvaises herbes, de retenir l'humidité du sol et de réchauffer celui-ci.

Il y a peu de zones d'ombre dans un verger nouvellement planté. Des plaques de mauvaises herbes devraient donc y apparaître dès le début de l'été. Pour en venir à bout, on pourra utiliser un herbicide sélectif (p. ex., Venture ou Poast) contre les graminées, ou encore biner ou travailler le sol de façon à garder les rangées libres d'herbe jusque tard en juillet. À noter toutefois que la présence d'une petite quantité de mauvaises herbes au pied des arbres à la fin de l'été est bénéfique dans la mesure où elle pourra ralentir la croissance de l'arbre et l'aider à s'endurcir en prévision de l'hiver.

On pourra aussi passer divers outils de travail du sol, comme une désherbeuse à griffes rotatives, toutes les trois à quatre semaines dans le verger pour le débarrasser de ses mauvaises herbes (plusieurs de ces instruments sont dotés d'un capteur qui actionne un bras auto-rétractable destiné à éviter d'endommager le tronc des arbres. S'abstenir de travailler le sol à l'automne pour éviter de relancer la croissance de l'arbre et de le fragiliser face aux rigueurs de l'hiver.

Vergers établis

Début de saison

Certaines mauvaises herbes, comme la stellaire moyenne, commencent généralement à pousser au début de la saison végétative, avant le débourrement. À mesure que le verger prend de l'âge, des plaques de mauvaises herbes vivaces apparaissent dès le stade du débourrement et commencent à prendre de l'ampleur. Pour en venir à bout, on pourra appliquer l'une des stratégies suivantes :

- On peut laisser les mauvaises herbes sortir du sol, puis les soumettre à l'action d'un herbicide de contact, suivi d'un paillage et/ou d'un herbicide rémanent.
- On peut couvrir le sol d'un paillis et/ou d'un herbicide rémanent avant la levée des mauvaises herbes. Commencer à combattre les échappées de mauvaises herbes avant le stade critique du début de la formation du bourgeon à fruit (généralement, au début juin, lors de la formation des bourgeons terminaux). Le choix de l'herbicide dépendra du type de mauvaises herbes en cause et de l'état d'avancement de la saison de végétation au moment où elles apparaissent.

Les deux stratégies sont efficaces si elles sont mises en œuvre au bon moment. Il faut se rappeler que l'objectif visé est d'empêcher la concurrence de la part des mauvaises herbes, depuis le débourrement jusqu'à la formation des bourgeons terminaux et l'amorce des bourgeons à fruit.

Été

Certains pomiculteurs utilisent un paillis organique sous les arbres, dans le double but d'éliminer les mauvaises herbes et de retenir l'humidité. Il faut vérifier qu'il n'y a pas de graines de mauvaises herbes dans le paillis qu'on utilise et s'assurer que les arbres continuent de recevoir les niveaux d'éléments

nutritifs dont ils ont besoin à mesure que le paillis se décompose. La figure 4-192 montre un paillis obtenu à partir de l'herbe tondue dans les allées centrales contiguës du verger.

Figure 4-192. On peut obtenir un paillis efficace et bon marché en projetant sous les arbres, à l'aide d'une tondeuse modifiée, l'herbe tondue dans les allées centrales contiguës du verger.

On peut s'inquiéter des effets de l'utilisation d'herbicides systémiques, comme le glyphosate et l'amitrole, après le mois de juin, à une époque où les arbres transfèrent vers leurs racines les réserves qu'ils ont emmagasinées et peuvent donc, par la même occasion, y acheminer les herbicides. C'est la raison pour laquelle il convient alors d'utiliser ces herbicides avec beaucoup de précautions, en se servant notamment de pulvérisateurs munis d'écrans directionnels ou en utilisant des applicateurs à mèche (figure 4-193). Cette période de la saison est tout indiquée pour s'attaquer aux mauvaises herbes vivaces, comme les chardons et les liserons, qui sont particulièrement sensibles aux herbicides systémiques en début de floraison.

Figure 4-193. Pour appliquer des herbicides systémiques sans danger autour du tronc des arbres, on se servira d'un applicateur à mèche, soit le modèle en forme de bâton de hockey (à gauche), soit le modèle à corde (à droite). L'application doit se faire au stade où les mauvaises herbes sont particulièrement sensibles aux herbicides utilisés.

Automne

À l'automne, des applications de 2,4-D ou de glyphosate permettront une lutte efficace contre les mauvaises herbes vivaces (le jet de produit doit être orienté dans la direction opposée des arbres). On attendra bien sûr que tous les fruits récupérables aient été retirés du verger avant de procéder à l'application.

Détruire les fleurs des mauvaises herbes avant que celles-ci ne produisent des graines qui se répandront dans le verger. Les tondeuses munies de bras articulés qui peuvent atteindre le dessous des arbres sont particulièrement utiles pour ce travail, notamment si les plantes sont petites et touffues.

On aura intérêt à planifier soigneusement son programme de lutte contre les mauvaises herbes. Ce programme tiendra compte de la période de grande sensibilité des arbres aux mauvaises herbes et visera à mobiliser l'ensemble des moyens de lutte, afin de maximiser la productivité des arbres. La stratégie sera bien sûr rajustée périodiquement en fonction des observations effectuées sur le terrain lors des opérations de dépistage. On prendra bonne note des résultats obtenus chaque année de façon à mieux planifier la stratégie des années suivantes.

Gestion des sols

Gestion des sols et atténuation du compactage

Dans le cours d'une saison de croissance, le sol d'un verger voit passer une importante circulation. Contrairement à ce qui se passe dans les champs de grande culture, les véhicules qui traversent les vergers sont pour la plupart relativement légers, mais le très grand nombre de déplacements sur des sols humides ou mouillés finit par créer de véritables problèmes de compactage des sols (figure 4-194).

Plusieurs études nord-américaines ont mesuré la densité des sols des vergers dans les zones de circulation intense entre les rangées d'arbres. Ces études révèlent sans surprise que les sentiers fréquentés par les tracteurs sont plus compacts qu'ailleurs, sur des largeurs atteignant de deux à quatre fois la largeur des pneus des tracteurs. Les sols deviennent de plus en plus durs avec chaque passage des véhicules servant aux pulvérisations ou à la cueillette. Cette situation n'affecte pas directement le rendement des arbres, mais peut compliquer le travail à la cueillette.

Pour réduire le compactage des sols :

- installer un réseau de drainage par canalisations enterrées au moment de l'aménagement du verger; vérifier régulièrement que les canalisations des vergers anciens fonctionnent bien, en ayant à l'esprit que les canalisations peuvent souffrir du compactage du sol dans les allées qui les enjambent;
- déterminer le chemin parcouru par les eaux de surface et niveler le sol en lui donnant une pente suffisante pour éloigner les eaux du verger et empêcher la formation de mares;
- les écoulements à flanc de colline et les sols lourds peuvent exiger l'ajout de gravier ou même l'aménagement d'une tranchée drainante (« drain français »);
- après une averse abondante, attendre que le sol du verger se soit débarrassé de son excès d'eau avant d'y conduire un véhicule;
- éviter de surcharger les véhicules;
- utiliser des pneus radiaux sur tous les véhicules;
- réduire la pression des pneus lorsque la chose est possible.

Pour plus d'information sur les méthodes susceptibles de réduire le compactage des sols, consulter la rubrique *Gestion des sols* sur le site du MAARO à *www.ontario.ca/cultures*.

Figure 4-194. Ornières laissées par le passage répété de véhicules dans un verger.

Nématodes

Introduction

Les nématodes sont des vers microscopiques ayant la forme d'anguilles et vivant dans le sol et dans l'eau. La plupart des nématodes terricoles sont bénéfiques; ils interviennent dans la décomposition et la mise en disponibilité d'éléments nutritifs provenant de matières organiques. Certains nématodes utiles se nourrissent d'autres espèces de nématodes et d'insectes vivant dans le sol ou s'attaquent à des parasites bactériens et fongiques. Par contre, d'autres espèces sont des phytoparasites qui s'installent sur ou dans les racines des arbres fruitiers pour s'y nourrir. Ce faisant, ils provoquent la mort d'arbres nouvellement plantés et une baisse importante des rendements. Les nématodes phytoparasites les plus répandus et les plus néfastes aux arbres fruitiers comprennent les nématodes des racines (aussi appelés nématodes radicicoles) (*Pratylenchus penetrans*), les nématodes dague (*Xiphinema* spp.) et les nématodes à stylet (*Paratylenchus projectus*).

Symptômes

Les nématodes radicicoles font de petites lésions brunes sur les racines latérales blanches des arbres tandis qu'ils se nourrissent de leur substance et provoquent ainsi la pourriture des poils absorbants (figure 4-195). Les lésions en viennent à converger, entraînant la décoloration de l'ensemble du système racinaire. L'activité alimentaire des nématodes et les dommages qu'ils occasionnent derrière la pointe des racines entraînent souvent leur dévitalisation, l'arbre réagissant alors en produisant un grand nombre de nouveaux poils absorbants, donnant au système racinaire l'apparence d'une touffe de cheveux ou d'un « balai de sorcière ». Les effets de ce développement anormal du système racinaire sont plus souvent constatés sur des arbres de un ou de deux ans (figure 4-196), mais peuvent aussi être observés sur des arbres plus vieux. Les poils absorbants peuvent être complètement sectionnés sur des arbres gravement infestés, provoquant la mort prématurée du pommier.

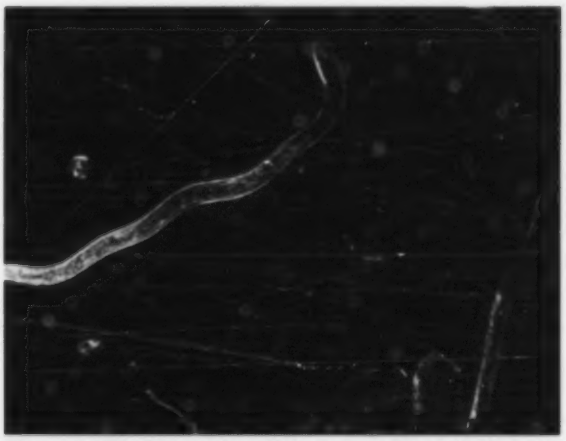


Figure 4-195. Nématode radicicole femelle adulte (grossi 150 fois) *(John Potter, Ph.D., autrefois d'Agriculture et Agroalimentaire Canada).*

Figure 4-196. Atrophie d'un jeune pêcher (à droite) ayant poussé dans un sol infesté par le nématode radicicole *(John Potter, Ph.D., autrefois d'Agriculture et Agroalimentaire Canada).*

Les jeunes arbres non fructifères infestés par le nématode radicicole sont caractérisés par un retard de croissance, de petites feuilles chlorotiques, des entre-nœuds courts et un tronc de petit diamètre. Les signes sur la partie aérienne d'arbres bien implantés sont moins évidents. Les jeunes arbres gravement atteints par le nématode finissent souvent par mourir ou ne donnent pas de fruits. Les arbres de remplacement plantés au même endroit sont eux aussi infestés et meurent à leur tour. Les populations de nématodes des racines sont inégalement réparties dans les vergers, de sorte que les nouveaux vergers aménagés dans des zones infestées souffrent d'un manque d'uniformité en ce qui a trait à la vitesse d'établissement, à la croissance et à la vigueur des arbres individuels (figure 4-197). Les nématodes sont souvent associés à la maladie de la replantation des arbres fruitiers. Certaines espèces transmettent également des virus. Le nématode dague peut par exemple transmettre le virus de la tache annulaire de la tomate, un virus qui provoque la nécrose du point de greffe sur certains cultivars de pommiers, comme l'Empire.

Figure 4-197. Les nouveaux vergers aménagés dans un terrain infesté par le nématode souffrent d'un manque d'uniformité quant à la vitesse d'établissement, à la croissance et à la vigueur des arbres individuels (l'arbre situé en avant-plan a été planté dans un sol traité par fumigation *(John Potter, Ph.D., autrefois d'Agriculture et Agroalimentaire Canada)*.

Cycle biologique

Le nématode radicicole est considéré comme le nématode phytoparasite le plus nuisible au plan économique dans les zones de production fruitière ontariennes. On le trouve un peu partout dans le sol, particulièrement dans les vergers implantés dans des sols sablonneux (à texture grossière), où il fait le plus de dommages. Il colonise volontiers la plupart des cultures fruitières, les cultures légumières et un grand nombre de mauvaises herbes indigènes, dont les suivantes :

- le trèfle hybride,
- l'érigéron annuel,
- le laiteron potager,
- la lupuline,
- le chardon des champs,
- la chicorée sauvage,
- le séneçon vulgaire,
- la mauve négligée,
- le plantain majeur,
- la patience crépue,
- le pissenlit,
- la lépidie des champs,
- le chénopode blanc,
- la camomille puante,
- le céraiste vulgaire,
- le trèfle rouge,
- la potentille de Norvège,
- le millepertuis commun,
- la phléole des prés,
- le mélilot blanc,
- la carotte sauvage,
- l'épervière.

Quand l'hôte leur offre des conditions favorables, les nématodes peuvent se multiplier jusqu'à atteindre, en une seule saison de croissance, plusieurs milliers d'individus par kilogramme de terre. Ils s'introduisent dans les racines pour s'en nourrir et en ressortent dans un va-et-vient continu, provoquant des dommages importants aux tissus. Ils abandonnent les racines infestées lorsque celles-ci meurent et retournent dans la terre environnante, notamment à la fin de la saison de croissance. Les concentrations de nématodes dans le sol étant les plus fortes en mai et juin, puis en septembre et octobre, c'est à ces époques qu'on fera les prélèvements de sol pour évaluer leur nombre.

Les nématodes dague et les nématodes à stylet affectionnent les argiles et les loams argileux (soit des sols à la texture fine). Ils ne s'introduisent pas dans les racines, mais vivent dans le sol qui les entoure, se nourrissant de leurs tissus. Comme le nématode radicicole, le nématode dague et le nématode à stylet s'accommodent d'une large gamme d'hôtes. Le nématode dague préfère les plantes à racines ligneuses, y compris certaines mauvaises herbes comme le chénopode blanc. On le trouve souvent en grand nombre à proximité d'espèces indigènes du genre *Prunus*, comme le cerisier de Virginie, le cerisier de Pennsylvanie et le prunier d'Amérique. Le nématode dague propage plusieurs maladies virales des plantes ligneuses et de la vigne.

Les femelles des nématodes phytoparasites sont fertilisées par les mâles et pondent leurs œufs dans le sol ou sur les racines. Les nématodes juvéniles issus des œufs se déplacent vers les racines d'une plante toute proche et s'en nourrissent, soit en grugeant les tissus extérieurs, soit en y pénétrant, selon l'espèce de nématode en cause. L'individu juvénile peut connaître plusieurs stades de développement avant de parvenir au stade adulte. Des recherches montrent

que les dommages infligés par les nématodes à plusieurs types de cultures ouvrent la voie à d'autres organismes pathogènes, ce qui affecte encore plus les rendements agricoles. La plupart des espèces de nématodes accomplissent leur cycle de vie en trois à six semaines pendant la saison de croissance, la durée variant selon la température et l'humidité ambiantes. Si les conditions ambiantes sont favorables et que les sources de nourriture (les racines) sont suffisantes, les populations croissent rapidement autour des racines et à l'intérieur de celles-ci. Pendant les stades de croissance où ils sont mobiles, les nématodes peuvent se déplacer par eux-mêmes sur de très courtes distances, soit quelques centimètres par année. Divers vecteurs extérieurs, comme l'érosion naturelle, le travail du sol, les effets du vent, la circulation des animaux d'élevage, etc., leur permettront d'augmenter considérablement leur rayon d'action. Des températures extrêmes et une humidité élevée tuent les nématodes.

Surveillance et lutte

La meilleure façon de suivre l'évolution des populations de nématodes consiste à prélever des échantillons de sol et de racines et de les faire analyser. On peut prélever à n'importe quel moment des racines et de la terre contenant des racines, pourvu que le sol ne soit pas gelé. Le moment le mieux choisi pour prendre des échantillons de sol est au printemps (mai et juin), après que le sol se soit réchauffé, ou à l'automne (septembre et octobre). Éviter d'échantillonner un sol détrempé. Les seuils de nuisibilité économique pour les nématodes sont fondés sur une évaluation des populations initiales de ces organismes qui pourraient gonfler au point de devenir dommageables pendant la saison de croissance des pommiers. Les concentrations de la plupart des nématodes phytoparasites sont à leur sommet en septembre et en octobre, au moment où beaucoup d'entre eux ont quitté les racines pour se réfugier dans le sol. Cette période est également le meilleur moment de l'année pour prélever des échantillons de sol et les faire analyser. Le pomiculteur disposera alors de tout le temps requis pour décider de l'opportunité d'une fumigation (à l'automne ou au printemps), évaluer si les conditions sont réunies pour faire une plantation dans un secteur donné ou lancer au besoin un programme de lutte intégrée contre les parasites dans un secteur qu'il souhaite replanter. Un prélèvement au printemps, avant la plantation des jeunes arbres, peut aussi donner des résultats fiables, mais le temps dont l'exploitant aura besoin pour faire analyser les échantillons et élaborer un plan d'action réduira d'autant la marge de manœuvre dont il disposera pour prendre une décision éclairée et éventuellement mettre en œuvre le remède qui s'impose avant la plantation des arbres.

Le choix du ou des lieux d'échantillonnage dépend de l'objectif visé. Si les prélèvements ont pour but de trouver la cause du manque de vigueur d'un groupe d'arbres en croissance, on s'assurera que les échantillons de sol contiennent des poils absorbants, puisque c'est là que se concentrent les nématodes. Si la surveillance concerne des arbres individuels soupçonnés d'être infestés par les nématodes, on prendra des échantillons à l'aplomb des branches les plus longues et dans la zone située entre les extrémités des branches et le tronc de l'arbre (figure 4-198).

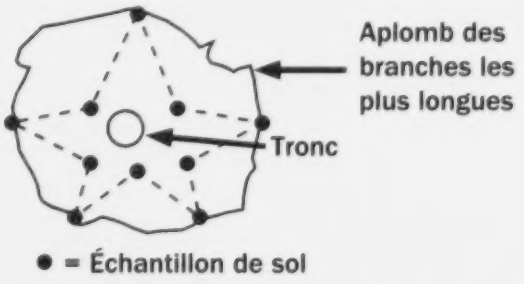


Figure 4-198. Les échantillons de sol doivent être prélevés à l'aplomb des branches les plus longues et dans la zone située entre les extrémités des branches et le tronc de l'arbre.

Les prélèvements peuvent avoir pour but de déterminer si la concentration de nématodes a atteint le seuil de nuisibilité économique sur un terrain donné, avant qu'on y aménage un verger. Dans ce cas, prélever des échantillons de sol tous les dix à vingt-cinq pas le long d'un parcours qui épousera la forme d'un Z, d'un W ou d'un M (figure 4-199). Chaque échantillon ne doit pas représenter une

superficie supérieure à 2,5 ha. Si la superficie du futur verger est supérieure à 2,5 ha, diviser le terrain en parcelles de 2,5 ha et procéder à un échantillonnage distinct dans chaque parcelle.

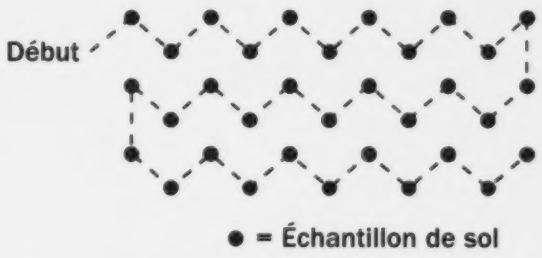


Figure 4-199. Grille d'échantillonnage à suivre pour déterminer si la concentration de nématodes a atteint le seuil de nuisibilité économique sur le site d'un futur verger.

Les nématodes sont rarement répartis également dans un champ ou un verger. En outre, leur nombre varie tout au long de la belle saison. Pour recueillir les échantillons, utiliser une tarière d'échantillonnage de 2,5 cm de diamètre enfoncée à environ 20 cm de profondeur (figure 4-200). On peut, à la place d'une tarière, utiliser une truelle ou une pelle à lame étroite, mais cette méthode est moins fiable. Des conditions extrêmes d'humidité ou de sécheresse, ou de chaleur ou de froid, auront une influence sur les concentrations de nématodes, particulièrement dans la tranche supérieure de 2,5 à 5 cm du sol (le cas échéant, mettre de côté cette tranche de sol que les nématodes auront probablement fuie en raison de la rigueur des conditions climatiques). Déposer les carottes de sol ainsi prélevées dans un seau propre, mélanger la terre en écrasant délicatement les mottes après avoir éliminé les pierres, puis verser la terre dans un sac de plastique, un sac de papier paraffiné ou un contenant quelconque. Marquer la provenance de l'échantillon sur le sac ou le contenant. Pour l'analyse, il suffira d'expédier au laboratoire quelques poignées de terre bien mélangée et représentative de la parcelle échantillonnée. Le contenu des sacs ne doit pas être exposé à la chaleur, ni se déshydrater. Pour protéger les échantillons, on placera les sacs dans une glacière remplie de glaçons jusqu'à ce qu'ils soient placés dans un réfrigérateur ou analysés.

Figure 4-200. Prélèvement d'échantillons de sol avec une tarière de 2,5 cm de diamètre. Les carottes de sol seront déposées dans un seau propre et expédiées à un laboratoire aux fins d'analyse.

Le nombre de carottes nécessaire pour évaluer le degré d'infestation d'une parcelle donnée dépend de la taille de la parcelle en question (voir le tableau 4-16, *Nombre de carottes nécessaire pour évaluer le degré d'infestation d'un sol par les nématodes, en fonction de la superficie inventoriée*). L'échantillon expédié au laboratoire ne doit pas représenter une superficie supérieure à 2,5 ha; il doit être juste suffisant pour donner une idée exacte de la parcelle inventoriée. Le tableau 4-16 donne une indication du nombre de carottes à prélever en fonction de la superficie de la parcelle. Celle-ci peut toutefois contenir plusieurs types de sol, et dans ce cas, il faudra constituer autant d'échantillons distincts qu'il y a de types de sol. Les échantillons seront confiés à un service ou à un laboratoire accrédité qui pourra isoler et identifier les nématodes et en faire la numération, comme la Clinique de diagnostic phytosanitaire de l'Université de Guelph (voir annexe B, *Services de diagnostic*, p. 239)

Tableau 4-16. Nombre de carottes nécessaire pour évaluer le degré d'infestation d'un sol par les nématodes, en fonction de la superficie inventoriée

Superficie	Nombre de carottes de sol/échantillon
< 500 m²	8 – 10
500 m² – 0,5 ha	25 – 35
0,5 ha – 2,5 ha	50 – 60

Indiquer sur le sac d'échantillon expédié au laboratoire le nom de l'expéditeur, son adresse, la date du prélèvement et le numéro ou la description de la parcelle inventoriée. Remplir aussi soigneusement et complètement que possible un formulaire de soumission d'échantillon obtenu auprès de la Clinique de diagnostic phytosanitaire (voir annexe B, *Services de diagnostic*, p. 239). Indiquer sur le formulaire le numéro d'identification du site de prélèvement correspondant au numéro inscrit sur le sac d'échantillon. Pour aider les techniciens du laboratoire à mieux interpréter les résultats de l'analyse, inclure les antécédents culturaux des dernières années (cette information pourra aider les analystes à mettre en contexte les résultats obtenus et leur donner une idée des degrés d'infestation admissibles et des seuils à ne pas dépasser). L'indication du site de prélèvement – par numéro de lot et de concession et nom de canton ou de comté – aidera à localiser le site de prélèvement plus précisément qu'une simple adresse postale, en plus de fournir des données utiles sur la répartition locale des nématodes, à des fins de recherche. S'il y a lieu, annexer l'historique des fumigations passées : les analystes pourraient y trouver l'explication d'une concentration inhabituelle des nématodes.

Il peut être nécessaire, en pleine saison de croissance, de prélever et d'analyser des échantillons de racines pour déterminer si les nématodes contribuent à affaiblir certains arbres du verger. Pendant la saison de croissance active, les nématodes vivent à l'intérieur ou le long des racines, notamment lors des périodes de temps chaud et sec. Si les nématodes semblent être en cause, creuser soigneusement le sol autour des racines des arbres affectés et prélever de 10 à 20 g (poids à l'état humide) de tissus de racines, dans la zone des poils absorbants, pour les soumettre à un service de diagnostic accrédité. Il est inutile de prélever des racines d'arbres morts; les nématodes les auront déjà désertés ou seront eux-mêmes déjà morts. Les échantillons doivent être conservés dans un sac de plastique, au frais et à l'abri du soleil, jusqu'à ce qu'ils arrivent au laboratoire.

Par seuil de nuisibilité économique, on entend le nombre de nématodes dans un kilogramme de terre qui, en se multipliant normalement au cours de la saison de croissance, vont entraîner une perte économique. Ce seuil est souvent différent pour chaque culture et chaque espèce de nématode (voir tableau 4-17, *Seuils de nuisibilité économique de diverses espèces de nématodes dans le sol*). Le dépassement d'un seuil de nuisibilité quelconque – fixé, par kilogramme de sol, à 1 000 nématodes radicicoles pour la plupart des cultures légumières et de nombreuses espèces d'arbres fruitiers et à 500 nématodes radicicoles pour la culture des fraisiers, par exemple – peut se traduire par une baisse considérable des rendements. Si l'analyse de sol indique des concentrations de nématodes supérieures au seuil fixé pour la culture en cause, il faudra mettre en œuvre une stratégie de lutte contre les nématodes. Pour plus d'information, consulter la fiche technique n° 06-100 du MAAARO, *Échantillonnage du sol et des racines visant le dénombrement des nématodes phytoparasites.*

Tableau 4-17. Seuils de nuisibilité économique de diverses espèces de nématodes dans le sol

Nématode	Seuil (nématodes/kg de sol)
Radicicole	1 000
À stylet	5 000
Dague	100

En utilisant les porte-greffes qui affichent la plus grande résistance aux nématodes, on atténue les effets néfastes de ces parasites sur la croissance, la vigueur et le rendement des arbres. En règle générale, les porte-greffes M.7 et M.9 sont les plus sensibles aux nématodes, le M.26 est modérément

sensible et les MM.106 et MM.111 sont les moins sensibles. Certaines méthodes de lutte culturales contribuent à réduire les populations de nématodes dans le sol ou à atténuer d'autres sources de stress subies par les arbres, ce qui tempère les effets nocifs des parasites sur la croissance des arbres.

Des concentrations de nématodes qui dépassent les seuils établis doivent impérativement être ramenées à des valeurs nettement inférieures à ces niveaux avant qu'on procède à la plantation d'arbres. Il a été démontré que plusieurs couvre-sol, comme les tagètes, cultivars Crackerjack et Créole (figure 4-201), le millet perlé fourrager canadien (figure 4-202), la moutarde joncée, cultivars Cutlass et Forge (figure 4-203), et certaines graminées, comme le sorgho-Soudan (p. ex., les cultivars Trudan 8 et Sordan 79) pouvaient réduire temporairement les populations de nématodes des racines. On aura donc recours à ces cultures pour purger le sol d'une bonne partie de ses nématodes radicicoles avant d'établir un nouveau verger. Pour obtenir de bons résultats, il est indispensable de bien maîtriser les mauvaises herbes si l'on cultive des couvre-sol pour décimer les nématodes. Il faut toutefois savoir que les racines de certains couvre-sol, comme le trèfle et le sarrasin, sont des hôtes prisés par les nématodes radicicoles. Ces cultures sont à éviter là où l'on compte aménager un verger et carrément à proscrire comme couvre-sol dans un verger. Si l'on a recours à des cultures céréalières, on choisira le blé ou l'orge, mais on évitera le seigle, car il peut héberger le nématode radicicole. Le ray-grass annuel (italien) est peu prisé par les nématodes et peut être utilisé temporairement comme couvre-sol. Le ray-grass vivace (anglais) et les fétuques sont des hôtes peu prisés par les nématodes et constituent donc de bons choix comme couverts gazonneux permanents des vergers.

Figure 4-201. Culture de tagètes, cultivars Crackerjack et Creole utilisés comme couvre-sol contre les nématodes.

Figure 4-202. Culture de plantes fourragères (millet perlé fourrager canadien 101) utilisées comme couvre-sol contre les nématodes.

Figure 4-203. Culture de moutarde joncée, cultivars Cutlass et Forge, utilisée comme couvre-sol contre les nématodes.

La mise en jachère de champs ou de bandes de terre à l'endroit où sera créé un verger, antérieurement à son année d'implantation, contribuera à réduire considérablement les populations de nématodes dans le sol. Les champs ou les bandes de terrain laissés en jachère doivent être travaillés occasionnellement pour freiner la pousse des mauvaises herbes, des opérations qui risquent toutefois de leur faire perdre une partie de leur humidité et de les exposer à une érosion par le vent.

Un labourage tardif, juste avant l'arrivée des gels d'automne, exposera à l'air froid un certain nombre de nématodes qui seront ainsi détruits. Cette technique est surtout valable pour les sols modérément infestés et doit être suivie d'une numération des nématodes pour en vérifier l'efficacité.

La fumigation du sol avant la plantation des arbres est la meilleure façon de détruire les nématodes (figure 4-204), mais un traitement post-plantation à l'aide d'un nématicide systémique reste possible. La fumigation est une technique onéreuse, dont on peut toutefois réduire sensiblement les coûts en limitant son application aux bandes ou aux sites de plantation des arbres.

Figure 4-204. Fumigation préalable à l'aide d'un fumigateur en plein *(John Potter, Ph.D., autrefois d'Agriculture et Agroalimentaire Canada).*

La fumigation du sol avant la plantation des arbres exige une planification soignée, surtout si le fumigant n'est injecté que dans la bande où seront plantés les arbres. Au printemps de l'année précédant l'année de plantation, nettoyer le champ, enlever tout débris de racines et travailler le sol. À l'été de la même année, semer un couvre-sol de plantes herbacées entre les futures rangées d'arbres et, à l'automne, injecter le fumigant dans les bandes où les arbres seront plantés au printemps suivant. Le fumigant détruira le couvre-sol herbacé partout où il viendra en contact direct avec celui-ci.

Le mode d'application du fumigant est très important. L'injection du produit sur une bande étroite, d'environ un mètre de largeur, et à une profondeur pouvant atteindre 45 cm sera plus efficace qu'une application réalisée avec un fumigateur en plein de 2 m de largeur qui injecte le produit à 15 cm dans le sol. Une machine qui répartit l'application de fumigant à 15, 30 et 45 cm de profondeur donne les meilleurs résultats. Certaines machines vendues dans le commerce, munies de longues tiges ou étançons, permettent ce type d'application étagée (figure 4-205). (On pourra obtenir plus d'information à ce sujet en s'adressant à un fournisseur de produits phytosanitaires.) Une fois le fumigant en place, il restera à rendre le sol étanche en l'aspergeant d'eau et en le compactant ou en le recouvrant immédiatement d'une bâche.

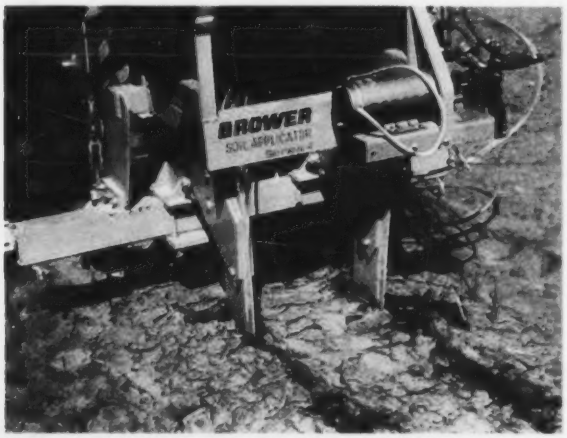


Figure 4-205. Fumigation préalable à l'aide d'un fumigateur à longues tiges *(John Potter, Ph.D., autrefois d'Agriculture et Agroalimentaire Canada).*

Certains produits fumigants – qui ne contiennent que du 1,3-dichloropropène – ne s'attaquent qu'aux nématodes. D'autres, qui contiennent également de l'isothiocyanate de méthyle, du métam-sodium ou de la chloropicrine, s'attaquent aussi à plusieurs types de champignons. Il n'est pas recommandé d'utiliser la fumigation des sols comme moyen de substitution pour combattre les mauvaises herbes parce que la fumigation utilisée à cette fin est beaucoup plus coûteuse. Les traitements aux nématicides effectués postérieurement à la mise en terre des arbres – soit par bassinage du sol avec des produits nématicides systémiques au moment de la plantation, soit par pulvérisation en bandes latérales, au niveau des racines avant que l'arbre ne commence à produire – ne sont généralement pas recommandés.

Un bon programme de lutte contre les mauvaises herbes est indispensable à l'établissement d'un nouveau verger. La création hâtive d'un couvert gazonné permanent (avant ou dans l'année de plantation) aidera à freiner la pousse des mauvaises herbes entre les rangées de pommiers. Il importe de garder libres de mauvaises herbes, par utilisation d'herbicides, les allées entre les rangées d'arbres tout au long de la vie du verger, de façon à réduire la concurrence livrée aux pommiers par les mauvaises herbes et à éviter que ces dernières ne servent d'hôtes intermédaires aux nématodes (figure 4-206).

Figure 4-206. Le maintien d'allées exemptes de mauvaises herbes entre les rangées d'arbres au moment de la plantation et tout au long de la vie du verger contribuera à réduire les populations de nématodes dans le sol ***(John Potter, Ph.D., autrefois d'Agriculture et Agroalimentaire Canada).***

Lutte contre les vertébrés

Introduction

Plusieurs vertébrés sont nuisibles dans les vergers de pommiers, au point d'occasionner des pertes économiques. Ceux-ci comprennent un certain nombre d'espèces de mammifères, dont les campagnols (souvent confondus avec les mulots), les marmottes (siffleux), les lapins et les lièvres, les cervidés et plusieurs espèces d'oiseaux (corneilles, étourneaux sansonnets, quiscales bronzés).

Aucune méthode de lutte prise isolément n'est entièrement efficace contre les vertébrés. Une stratégie qui s'échelonne sur toute la saison de croissance et qui repose sur des méthodes et des mesures dissuasives relevant de la lutte culturale, mécanique et biologique est souvent le moyen le plus efficace de minimiser les pertes occasionnées par ces animaux.

Description, cycle biologique, dommages

Le tableau 4-18, *Principaux vertébrés nuisibles aux vergers de pommiers*, énumère les principaux vertébrés nuisibles que l'on retrouve dans les vergers.

Tableau 4–18. Principaux vertébrés nuisibles aux vergers de pommiers

Espèce	Description	Cycle biologique	Habitat	Distribution	Dommages
Campagnol des champs *Microtus pennsylvanicus*	Corps long de 90–130 mm, marron foncé, à ventre grisâtre. Oreilles plus petites et queue plus courte (35–65 mm) que celles du mulot.	Se nourrit de graminées, de carex, de graines, de céréales et de l'écorce des arbres. Crée des couloirs de circulation sur l'herbe. Actif jour et nuit. A des portées de 3-7 petits tout au long de l'année. Connaît de grandes fluctuations de populations, suivant un cycle de 3-4 ans.	Lieux (prairies, prés, rangées d'arbres bordant des champs) où la végétation est abondante, et surface enherbée des vergers. Vit essentiellement hors du sol dans l'herbe ou la végétation dense.	Commun partout en Ontario.	Écorce grignotée et anneaux dégarnis d'écorce autour du tronc des pommiers; ces dommages sont surtout causés durant l'hiver, en présence de végétation. Soumettent les pommiers à un stress et peuvent même les faire mourir.
Campagnol sylvestre *Pitymys pinetorum*	Corps long de 70-110 mm, couvert d'une fourrure brun-rouge, douce et très épaisse. Queue de 17-25 mm, plus courte que celle du campagnol des champs.	Se nourrit de tubercules, de bulbes, de graines et de l'écorce des racines. Se creuse des galeries dans la couche de feuilles en décomposition au sol et dans les horizons meubles près de la surface du sol. Se fait un nid sous des rondins, des souches et d'autres abris.	On le trouve surtout dans les forêts de feuillus de l'Est et parfois dans des vergers. Vit essentiellement sous terre et endommage le système racinaire des arbres.	Présent au sud d'un tracé allant de Goderich à Ottawa.	Peut creuser des galeries autour des pommiers et se nourrir de l'écorce des racines et des poils absorbants. Provoque le dépérissement de l'arbre et parfois même sa mort si les dommages sont étendus. Les dommages aux vergers de pommiers sont plutôt rares dans le sud-ouest de l'Ontario.

Espèce	Description	Cycle biologique	Habitat	Distribution	Dommages
Marmotte *Marmota monax*	Corps long de 40-45 cm, trapu, de brun jaunâtre à brun, ventre brun clair. Pied brun foncé ou noirs, queue de 10-18 cm. Poids variant de 2,2 à 4,5 kg.	Généralement diurne, se nourrit d'un vaste éventail de jeunes plantes succulentes. S'abrite dans des terriers possédant au moins deux ouvertures. S'accouple une fois par année et a des portées de 2 à 6 petits qui naissent en avril ou en mai. Hiberne durant l'hiver.	Forêts clairsemées, ravins, zones de régénération forestière, vergers.	Commune partout en Ontario.	Écorce grignotée et dommages aux racines résultant du creusage des terriers. Ces terriers peuvent causer des bris d'équipement et représentent un danger pour les personnes qui risquent d'y mettre les pieds.
Lapin à queue blanche *Sylvilagus floridanus*	Corps long de 35-45 cm, oreilles plutôt courtes (65-75 mm) pour un lapin. Pelage brun grisâtre et dessous de la queue blanc. Pieds blanchâtres. Poids variant de 1,0 à 1,8 kg.	Se nourrit de la végétation verte durant l'été et d'écorce et de petits rameaux durant l'hiver. Animal nocturne actif du début de la soirée jusque tard le matin. S'abrite dans des broussailles, des herbes hautes ou des terriers peu profonds. Donne naissance à 3-4 portées par année de 4-7 petits chacune. Populations cycliques.	Forêts clairsemées, taillis dense, zones de régénération forestière.	Commun dans tout le sud de l'Ontario, sous un tracé allant de Parry Sound à Ottawa.	L'hiver, se nourrit au ras du sol, des pousses terminales tendres et des boutons (bourgeons à fruits), ce qui donne aux organes atteints l'aspect de « balais de sorcières ». Il dénude des anneaux d'écorce, ce qui mine la vigueur de l'arbre et peut le faire mourir.

Espèce	Description	Cycle biologique	Habitat	Distribution	Dommages
Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*	Corps long de 63-70 cm, longues oreilles de 11-13 cm. Pelage gris brunâtre, extrémité de la queue noire. Pèse jusqu'à 4 kg.	Se nourrit de végétation verte l'été et de petits rameaux et d'écorce durant l'hiver. Actif du début de la soirée jusqu'au matin. Donne plusieurs portées par année.	Terrains légèrement vallonnés et champs.	Confiné au sud de l'Ontario, au sud du parc Algonquin. Surtout commun dans le sud-ouest et le centre-sud de l'Ontario.	Dommages semblables à ceux que cause le lapin à queue blanche, à cette différence que les branches maîtresses plus hautes (qui se trouvent à moins de 1 m du sol) sont plus lourdement endommagées, étant donné que le lièvre peut se tenir sur ses pattes arrière pour les atteindre.

Espèce	Description	Cycle biologique	Habitat	Distribution	Dommages
Cerf de Virginie *Odocoileus virginianus*	Haut de 90-110 cm, est le plus gros cerf d'Amérique du Nord, les femelles atteignant jusqu'à 110 kg et les mâles, jusqu'à 180 kg. Fourrure allant du gris-bleu au brun. Les mâles possèdent des bois. La longue queue blanche est un trait caractéristique.	Broute les rameaux, les arbustes, les plantes herbacées, les glands et les graminées. Surtout actif à la tombée de la nuit, jusqu'à l'aube. Donne 1 ou 2 petits par année. Durant l'hiver, les cerfs de Virginie se rassemblent dans des ravages qui se trouvent parfois dans des vergers.	Forêts de feuillus, sous-bois, zones de régénération des forêts, forêts de seconde venue.	Commun partout en Ontario, au sud de Timmins.	L'hiver et au début du printemps, il broute les jeunes pousses terminales des arbres, ce qui provoque la perte des boutons et, pire encore, modifie la forme de l'arbre. Il arrive que de petits arbres soient endommagés lorsque les mâles cherchent à détacher le velours desséché de leurs bois en les frottant contre l'écorce. Ces blessures sont occasionnées à l'automne (en septembre jusqu'à la mi-novembre).
Corneilles, étourneaux sansonnets, quiscales bronzés et autres oiseaux noirs	Variable.	Les étourneaux sansonnets, quiscales bronzés et autres oiseaux noirs sont des oiseaux grégaires qui peuvent traverser les vergers en grand nombre vers le moment de la cueillette. Plus solitaires, les corneilles se déplacent en plus petits groupes.	Adaptés à un vaste éventail d'habitats. Les corneilles nichent souvent dans des conifères, notamment dans des pinèdes.	Communs partout en Ontario.	Il arrive que les oiseaux picorent les pommes. Souvent, les dommages qu'ils causent sont plus apparents sur les fruits exposés au sommet des arbres. Les vignes, les fruits tendres et les petits fruits sont plus sensibles aux attaques des oiseaux.

Lutte

La lutte contre les vertébrés nuisibles n'est pratiquée que si ceux-ci ont causé ou risquent de causer des pertes économiques.

Campagnols

Les campagnols ont plusieurs prédateurs naturels : rapaces diurnes et nocturnes, corneilles, corbeaux, belettes, renards, coyotes, ratons laveurs, mouffettes, chats, serpents et couleuvres. Il arrive que la prédation ne suffise pas à contenir de fortes populations de campagnols, mais, les années normales, elle contribue à les maîtriser et à limiter les dommages.

Grâce à certaines pratiques culturales, les appâts empoisonnés sont peu nécessaires, voire inutiles. Les campagnols ont besoin de verdure et de végétation en croissance pour survivre (se protéger des prédateurs et se nourrir) et se reproduire. La réduction ou l'élimination du couvert et des herbes hautes par la tonte et des traitements herbicides fait diminuer les populations de rongeurs. Tondre le gazon à 8-15 cm. Éviter de retarder les coupes ou d'effectuer la tonte à l'aide d'une faucheuse à barre de coupe, car celle-ci risque de laisser une couche de chaume qui procure un couvert suffisant aux campagnols. Éviter de laisser du paillis, des émondes, des fruits tombés au sol ou de la végétation en décomposition à la base des arbres ou dans les rangées d'arbres. Ces pratiques sont excellentes pour maîtriser le campagnol des champs, mais inefficaces contre le campagnol sylvestre.

Les appâts empoisonnés sont efficaces dans les vergers où les campagnols abondent. Éviter d'utiliser des appâts de maïs enrobés de poison ou d'épandre à la volée des appâts empoisonnés sur le sol du verger, car ceux-ci sont toxiques pour les animaux de compagnie, dindons sauvages, faisans, ratons laveurs, mouffettes et autres animaux non visés. Les pièges-appâts restent efficaces longtemps et sont moins dangereux pour les organismes non ciblés. Ils peuvent être faits de morceaux de bois, de planches ou de boîtes de conserve dont un bout a été enlevé. Placer l'appât sous la planche ou dans la boîte de conserve couchée sur le côté. Le dispositif le plus efficace est probablement le piège-appât en T inversé fabriqué à partir d'un tuyau d'ABS de 1½ po. On verse plusieurs cuillerées à table d'appât dans le tuyau vertical, que l'on bouche ensuite pour protéger l'appât des intempéries. Placer 25 pièges-appâts par hectare (10 par acre). Les pièges-appâts ne sont pleinement efficaces que si les pommes tombées sont ramassées et retirées du verger avant la première neige. Les rodenticides couramment utilisés sont les appâts imprégnés de phosphure de zinc, la diphacinone (Ramik Brown) et la chlorophacinone (Rozol, Groundforce).

Entourer les troncs d'un protecteur à l'épreuve des rongeurs afin d'empêcher les campagnols d'endommager leur écorce. Protéger ainsi les jeunes arbres qui risquent d'être gravement endommagés ou même tués par des dommages même légers causés par les campagnols. Veiller à ce que les protecteurs aient environ 45 cm de haut et qu'ils soient enfouis à 5 cm dans le sol. Vérifier les protecteurs chaque année pour s'assurer qu'ils jouent bien leur rôle et vérifier qu'ils ne gênent pas le développement du tronc. Éviter les types de protecteurs qui empêchent l'air de circuler. Toujours choisir des protecteurs de couleur claire parce que pendant les journées douces de l'hiver, les matériaux foncés peuvent provoquer un réchauffement de l'écorce, qui peut ensuite être endommagée par le froid de la nuit.

Lapins et lièvres

Les chats, chiens, renards, hiboux et faucons sont d'excellents prédateurs des lapins et des lièvres. L'aménagement des vergers à distance des prairies naturelles ou des taillis permet de réduire la pression exercée par les léporidés. Éliminer les tas de broussailles, les zones envahies de mauvaises herbes, les amoncellements de détritus et les tas de pierres du verger ou de ses abords, car ils offrent habitat et abri aux léporidés. Enduire les troncs et les branches charpentières basses d'un mélange de thirame et de peinture au latex blanche d'extérieur, afin de repousser les lapins et les lièvres. La chasse constitue une autre méthode de lutte efficace. Les pièges permettant de capturer les animaux vivants peuvent venir à bout de petites populations de léporidés, mais ils sont moins efficaces quand les populations sont importantes, car

leur entretien nécessite alors trop de main-d'œuvre et de temps. Acheter les pièges auprès de quincailleries ou de magasins de fournitures agricoles, d'aliments pour animaux ou d'articles de sport. L'automne et l'hiver, appâter les pièges avec du maïs, de l'avoine ou des pommes. Dans les vingt-quatre heures qui suivent la capture d'un animal vivant :

- relâcher l'animal à proximité de l'endroit où il a été capturé (dans un rayon de moins de 1 km), conformément aux consignes du ministère des Richesses naturelles (MRN);
- s'il est malade, blessé ou orphelin, le confier à un vétérinaire ou à un gardien d'espèces fauniques autorisé, ou
- l'euthanasier sans cruauté.

Marmottes

Les prédateurs des marmottes comprennent les rapaces diurnes ou nocturnes, les renards, les coyotes, les belettes, les chiens et les humains. Beaucoup de marmottes sont tuées par des automobiles. Il existe plusieurs méthodes couramment utilisées pour lutter contre la marmotte.

Phostoxin – Ce produit est un fumigant renfermant du phosphure d'aluminium qui, en présence de l'humidité qui se trouve dans le terrier, dégage du phosphure d'hydrogène gazeux (la phosphine) qui est efficace contre les marmottes. L'humidité du sol et un terrier hermétiquement scellé sont importants dans l'utilisation de ce produit. Pour manipuler le Phostoxin, il faut porter un respirateur à cartouche pour gaz acide couvrant tout le visage. Le port de gants de coton est recommandé. Durant la fumigation, s'adjoindre l'aide d'une autre personne, elle-même protégée par un équipement semblable. Toujours consulter l'étiquette. Pour éviter tout empoisonnement accidentel d'espèces rares, menacées ou en voie de disparition, s'assurer que le terrier, la tanière ou la galerie est bien occupé par l'espèce combattue avant d'y appliquer ce produit. Celui-ci doit être utilisé uniquement par des personnes formées dans l'application de phosphure d'aluminium, qui détiennent ou sont supervisées par des personnes qui détiennent un certificat d'exterminateur ou un permis reconnu par l'agence de la lutte antiparasitaire de la province ou du territoire où l'application a lieu.

Cartouches à gaz (monoxyde de carbone) – l'une des méthodes les plus couramment employées pour se débarrasser des marmottes. Les cartouches à gaz sont des cylindres de carton renfermant une substance à combustion lente qui asphyxie la marmotte. Allumer une cartouche et la placer dans le terrier après en avoir bouché tous les accès. Au fur et à mesure que les cartouches brûlent, elles dégagent du monoxyde de carbone et d'autres gaz délétères pour les marmottes. Cette méthode est surtout efficace au printemps avant que les petits ne naissent, mais elle peut s'utiliser dans les terriers en tout temps. Suivre les directives du fabricant pour la préparation et l'utilisation des cartouches.

Piégeage – Le piégeage peut aussi se révéler une méthode efficace, mais il exige qu'on y consacre beaucoup de temps. Placer une cage permettant de capturer l'animal vivant à l'entrée de son terrier, au milieu du principal sentier emprunté par l'animal ou près du lieu où les dommages se sont produits. Placer des rondins de part et d'autre de l'entrée de la cage de manière à guider l'animal vers celle-ci. Recouvrir la cage d'une bâche sombre ou de graminées afin de la cacher. Utiliser comme appâts des tranches de pommes, des carottes, des morceaux de cantaloup, de la laitue, du chou ou des petits pois frais. Mettre des appâts frais tous les jours en prenant soin d'enlever les appâts gâtés. Inspecter les cages au moins deux fois par jour et les nettoyer après chaque capture. En moins de vingt-quatre heures suivant la capture d'un animal, libérer ce dernier à proximité (au plus 1 km) de l'endroit où il a été capturé, en choisissant un habitat convenable, conformément aux consignes du MRN. Si l'animal est malade, blessé ou orphelin, l'apporter à un vétérinaire ou à un gardien d'espèces fauniques autorisé, ou l'euthanasier sans cruauté. Éviter de capturer des marmottes et de les relâcher ailleurs à l'automne juste avant leur hibernation ou au printemps lorsque des petits se trouvent dans les terriers. Il arrive que les animaux capturés et relâchés avant l'hivernation

ne parviennent pas à se trouver un terrier avant l'hiver. La relocalisation des marmottes femelles au printemps peut entraîner la mort de leurs petits.

Chasse – La chasse est un autre moyen de contenir les populations de marmottes. On peut les tuer en tout temps de l'année si elles causent des dommages aux biens. Si elle est bien faite, la chasse réduit des populations de marmottes ou empêche le gonflement de leurs populations.

Cervidés

Il existe plusieurs types de clôtures différentes, dont celles en treillis de fils métalliques, qui se révèlent très utiles dans les régions où les cervidés abondent et où ils risquent fort de causer des dommages. La clôture permanente en treillis de fils métalliques nécessite peu d'entretien, mais son installation peut être coûteuse. À cause de leur prix, ces clôtures sont peu utilisées autour des vergers, sauf s'il s'agit de pépinières. Cette clôture verticale d'une hauteur de 2,44 m est constituée de 2 parties de 1,22 m formées d'un grillage métallique de 15 cm x 30 cm et reliées par des anneaux ouverts. Au moins deux fils de fer barbelé espacés de 25 cm sont ajoutés au sommet de la structure, ce qui porte la hauteur totale à 3 m ou plus. Des recherches effectuées dans l'État de New York montrent que là où la pression est forte, les blocs de plus de 20 ha doivent absolument être protégés par ce type de clôture si l'on veut empêcher efficacement les cerfs d'y pénétrer.

Un autre type de clôture intéressant est la clôture à mailles. Elle est considérée comme solide, durable, pratiquement invisible et facile à installer. Elle est formée d'une série de mailles carrées de 10 cm^2 en polyéthylène résistant aux ultraviolets. Chaque fil a une force de résistance à la rupture de 79 kg. Cette clôture peut être tendue entre des piquets espacés de 6 m. Pour qu'elle soit efficace, elle doit entourer l'ensemble de la superficie à protéger. L'efficacité de ce type de clôture vient de ce que chez les cerfs, la vue et la perception de la profondeur sont relativement mauvaises. La barrière et les accessoires sont noirs, de sorte que ces animaux ont du mal à voir où la clôture commence et où elle finit. Ils en ont peur et en longent le périmètre, généralement sans tenter de sauter par-dessus. C'est donc une barrière discrète et sans cruauté qui permet d'exclure les cerfs des zones sensibles sans produits chimiques ni électricité.

Les clôtures électriques (figure 4-207) sont faciles à installer, à réparer et à entretenir. Les clôtures électriques temporaires sont simples, abordables et efficaces. On peut en accroître l'efficacité en les appâtant avec du beurre d'arachide, des pommes, etc. Les cerfs sont attirés par l'apparence ou l'odeur et finissent par toucher à la clôture avec le museau. Le choc qu'ils s'infligent les conditionne à éviter la zone clôturée. Les clôtures électriques haute résistance permanentes offrent une protection pendant toute l'année et sont celles qui conviennent le mieux aux vergers. Ce type de clôture donne un maximum de résultats lorsque la pression exercée par les cerfs est faible et que le verger couvre une petite superficie. Les clôtures à profil bas fournissent rarement une protection suffisante en hiver, notamment si la neige empêche les cerfs de trouver d'autres sources de nourriture. Vérifier les règlements locaux pour voir s'ils permettent d'installer des clôtures électriques sur un terrain.

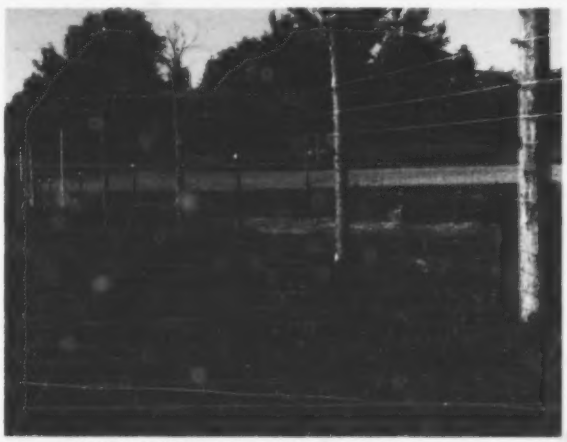


Figure 4-207. Clôture à cervidés *(Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario).*

Certains dispositifs d'effarouchement peuvent être efficaces et économiques dans certains cas, en particulier lorsque les cerfs commencent à causer des dommages dans un verger. Cependant, une fois qu'ils ont acquis des habitudes de déplacement, il est difficile de les en faire changer. Les méthodes

temporaires d'effarouchement en question peuvent être des canons à propane, des explosifs, des lampes stroboscopiques, des sirènes, des feux d'artifice ou des coups de feu. Cependant les cerfs finissent souvent par s'y habituer au bout d'une semaine ou deux, même lorsqu'on déplace ces dispositifs de temps en temps. L'effarouchement est généralement une solution à court terme. Certains producteurs font aussi appel à des chiens : ceux-ci sont maintenus derrière une « clôture invisible », d'où ils peuvent chasser les cerfs hors de leur territoire. Ce sont souvent les gros chiens agressifs qui donnent les meilleurs résultats. Un gentil toutou risque de ne pas être très efficace.

Il existe deux types de répulsifs qu'on peut employer contre les cerfs, soit les répulsifs de contact et les répulsifs à distance. Les répulsifs de contact sont placés sur les plantes et exercent leur effet par leur goût. Les répulsifs à distance sont les plus souvent employés dans les vergers; ils sont placés près des plantes à protéger et éloignent les cerfs par leur odeur. Il peut s'agir de barres de savon à mains ou de sacs de cheveux humains qu'on suspend aux arbres. Certains producteurs signalent que le Surround Crop Protectant, qui contient du kaolin, éloigne les cerfs pendant l'établissement des arbres. Malheureusement, ces répulsifs pourraient n'avoir qu'un effet temporaire.

Pendant la saison de la chasse, les cerfs qui fréquentent les vergers peuvent être tués par les titulaires de permis. On peut aussi faire une demande d'autorisation d'abattre des cerfs à des fins agricoles. Pour chasser hors de la saison de la chasse, on doit demander un permis auprès du ministère des Richesses naturelles. Les permis autorisent le harcèlement et (ou) l'abattage les cerfs qui causent des dommages importants aux cultures, là où toutes les autres méthodes raisonnables se sont révélées infructueuses. Seuls les animaux qui s'attaquent aux cultures peuvent être ainsi tués. Les pomiculteurs peuvent demander un permis d'abattre des cerfs pour protéger leurs cultures en s'adressant à un bureau régional du ministère des Richesses naturelles. Les demandeurs doivent normalement documenter et décrire toutes les méthodes autres que la chasse qui ont été tentées pour prévenir les dégâts causés par une population de cerfs. Ils doivent répondre à certains critères, et une visite du site a généralement lieu. Les autorisations font l'objet d'un contrôle strict et elles complètent les objectifs de gestion des populations locales de cerfs. Les autorisations d'abattre des cerfs ne doivent pas servir à des fins de chasse récréative hors-saison ou de bénéfices personnels.

Oiseaux (corneilles, étourneaux sansonnets et quiscales bronzés)

Éviter de planter des pommiers à proximité de pinèdes, qui constituent un habitat de choix pour les corneilles. Il y a différents moyens de limiter les dommages causés par les oiseaux, notamment les effaroucheurs acoustiques, les effaroucheurs visuels et l'exclusion physique. Pour plus d'information, voir la fiche technique n° 98-036 du MAARO, *Lutte contre les oiseaux dans les vignes et les plantations de fruits tendres.*

Acariens prédateurs et insectes utiles

Cycle biologique des acariens prédateurs

Les producteurs et consultants connaissent bien les acariens phytophages (qui se nourrissent de matières végétales) nuisibles aux vergers. Ces acariens fournissent l'un des meilleurs exemples de l'efficacité des agents de lutte biologique dans les vergers de pommiers. Il existe plusieurs espèces d'acariens prédateurs d'importance qui, dans des conditions qui leur sont favorables, forment des populations suffisamment abondantes pour maintenir les espèces phytophages sous les seuils de nuisibilité économique. C'est pourquoi les programmes de surveillance des acariens nuisibles prévoient aussi toujours le dénombrement des espèces utiles.

Acariens prédateurs dans les vergers de pommiers de l'Ontario

La plus récente enquête publiée sur les acariens prédateurs dans les vergers de l'Ontario (1991) identifie seize espèces d'acariens prédateurs, douze espèces de phytoséiides, deux espèces de stigmaéides et deux espèces d'érythraéides. Ce niveau de diversité

est également constaté dans les inventaires d'acariens prédateurs dans les vergers commerciaux de pommiers du Québec (2006), même si la composition des espèces et leur abondance ne sont pas les mêmes dans les deux provinces. Les différences observées dans les deux enquêtes peuvent être liées au climat et à l'habitat ou être le résultat d'une évolution des programmes de lutte entre 1991 et 2006.

Voici trois espèces communes d'acariens prédateurs dans les vergers de pommiers de l'Ontario où se pratique la lutte intégrée : *Balaustium putmani* (famille Erythraeidae), *Zetzellia mali* (famille Stigmaeidae) et *Neoseiulus* (= *Amblyseius*) *fallacis* (famille Phytoseiidae). Parmi les autres espèces identifiées, mentionnons les phytoséiides *Typhlodromus pyri* et *T. caudiglans* ainsi que le stigmaéide *Agistemus fleschneri*. L'abondance relative de chacune de ces espèces et d'autres espèces varie au sein d'un même verger et peut être influencée par les pratiques de lutte antiparasitaire, l'habitat (notamment le couvre-sol), la concurrence, la prédation par d'autres espèces d'acariens et la survie à l'hiver.

Durant les opérations de dépistage habituelles, surveiller toutes les espèces d'insectes et d'acariens prédateurs et évaluer leurs niveaux de populations. Les acariens prédateurs se distinguent des acariens nuisibles par leur vitesse. La plupart se déplacent en effet plus rapidement que les acariens phytophages. L'abondance des prédateurs dans le verger est étroitement liée à l'utilisation des pesticides.

Balaustium putmani (Smiley)

Description

Balaustium putmani est un gros acarien (0,3-0,7 mm) couvert de duvet rouge, en forme de tique (figure 4-208) qui est visible à l'œil nu. Il se déplace rapidement et est couramment observé sur les feuilles et les fruits dans les vergers de pommiers.

Figure 4-208. *Balaustium* spp.

Interaction avec l'hôte

Cet acarien hiverne à l'état d'œuf, sous l'écorce ou dans des lieux abrités. Les nymphes éclosent au début de mai et commencent à se nourrir d'acariens mobiles, d'œufs d'acariens, de cochenilles et de petits insectes au corps mou (cicadelles). Elles restent sur les arbres fruitiers pendant toute la saison de croissance, mais sont des prédateurs plus importants en début de saison. Elles peuvent dévorer jusqu'à quarante tétranyques à deux points adultes par jour.

Zetzellia mali (Ewing) et Agistemus fleschneri (Summers)

Description

Ces deux stigmaéides se déplacent relativement lentement, comparativement aux autres espèces de prédateurs. *Z. mali* est plus petit (0,5 mm) que les autres acariens prédateurs qu'on trouve dans les vergers. Son corps est en forme de losange et de couleur jaune citron (figure 4-209), bien que son système digestif puisse prendre la couleur des proies qu'il vient de dévorer. On dénombre quatre générations de cet acarien par année. Les populations de ce prédateur n'augmentent pas aussi rapidement que celles d'autres acariens prédateurs (*Amblyseius*). *Z. mali* est le stigmaéide le plus répandu en Ontario.

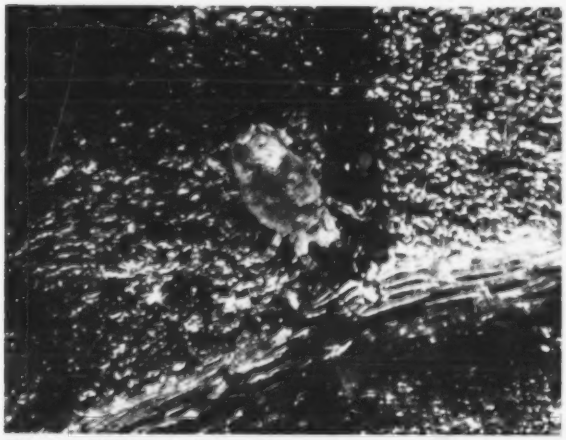


Figure 4-209. Zetzellia mali, rouge pour avoir dévoré des tétranyques rouges *(Art Agnello, Ph. D., Cornell University).*

A. fleschneri mesure 0,3-0,4 mm au stade adulte. Il est jaune-orangé avec des pattes jaunes. Cette espèce se distingue par la présence d'un motif en nid d'abeilles visible sur la moitié postérieure du dos.

Interaction avec l'hôte

Z. mali passe l'hiver à l'état de femelle adulte sous l'écorce et devient actif au début du printemps. Il se nourrit alors des œufs d'hiver de tétranyques rouges du pommier et d'ériophyides du pommier. Il parvient assez bien à maîtriser de faibles populations d'acariens nuisibles. Les adultes et les nymphes sont des prédateurs qui se nourrissent de tous les stades des tétranyques rouges et des tétranyques à deux points, mais les larves nouvellement écloses s'attaquent surtout aux ériophyides du pommier. *Z. mali* persiste dans le verger même quand les proies se font rares; il survit en se nourrissant de pollen, de sève et de spores de champignons. Il est moins mobile que les autres acariens prédateurs et met du temps à se déplacer vers de nouveaux sites d'alimentation à la recherche de proies. *Z. mali*, seul, risque de ne pas se révéler un moyen de lutte biologique suffisant; il préfère se nourrir d'ériophyides du pommier et n'a besoin que de peu de proies pour survivre. Comme dans le cas des autres acariens prédateurs, *Z. mali* se nourrit également des œufs de ses rivaux. Le cycle biologique d'*A. fleschneri* est semblable à celui de *Z. mali*.

Neoseiulus (=Amblyseius) fallacis (Garman)

Description

Neoseiulus (=Amblyseius) fallacis est un prédateur d'acariens couramment observé en Ontario, surtout en juillet et en août (figure 4-210). Au stade adulte, *A. fallacis* possède un abdomen large (qui donne à son corps la forme d'une poire ou d'une larme), mesure 0,30-0,35 mm de long (légèrement plus petit que le tétranyque rouge) et se déplace très rapidement. Il peut être de couleur claire (jaune pâle ou transparent) ou être moucheté de rouge brunâtre, selon la couleur des proies dont il se nourrit (tétranyques rouges, tétranyques à deux points). Ses œufs sont presque transparents, ovales ou piriformes et légèrement plus gros que les œufs ronds et rougeâtres du tétranyque rouge.

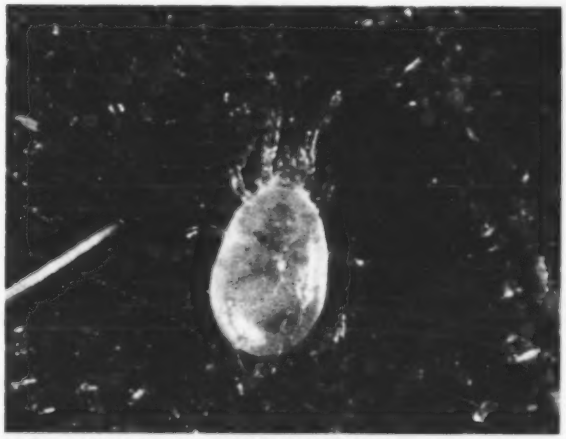


Figure 4-210. *Amblyseius fallacis* adulte *(Art Agnello, Ph.D., Cornell University).*

Interaction avec l'hôte

Les femelles adultes hivernent près de la base des arbres ou dans la couverture végétale avoisinante ou, si leurs proies étaient abondantes à l'automne, sur l'arbre même dans des zones protégées. Elles commencent à être actives au printemps. En juin et juillet, elles pénètrent la frondaison où elles se nourrissent des œufs, des nymphes et des adultes de tétranyques rouges du pommier et d'autres acariens nuisibles (tétranyques à deux points, ériophyides du pommier). Cet auxiliaire de lutte produit de quatre à six générations par année. Il préfère se nourrir de

tétranyques, mais, en l'absence de ses proies préférées, il se nourrira d'ériophyides du pommier.

A. fallacis, qui peut se multiplier rapidement sous des conditions favorables, constitue un agent de lutte biologique très efficace pour contraindre les populations d'acariens nuisibles. Des études révèlent qu'un rapport *A. fallacis* à acariens nuisibles de 1:10-15 procure une lutte biologique efficace. Quand les proies sont rares, *A. fallacis* quitte l'arbre à la recherche d'autres sources de nourriture. Des recherches montrent que sa dispersion dans la frondaison est influencée par l'accumulation des degrés-jours, la densité initiale des prédateurs dans la couverture végétale du sol et la densité des proies dans l'arbre. Quand les proies sont en nombre suffisant, il apparaît dans les arbres une fois que se sont accumulés 333 DJC (temp. de base de 12 °C) à plus ou moins 55 DJC près, après le 1er janvier. Au printemps, les épisodes de gel ou les pluies verglaçantes freinent temporairement son activité en début de saison. À la faveur d'une brise, il peut se déplacer vers d'autres arbres si les proies viennent à manquer.

Galendromus (=Typhlodromus) pyri (Scheuten) et Galendromus (=Typhlodromus) caudiglans

Description

T. pyri et *T. caudiglans* ressemblent tous deux beaucoup à *A. fallacis*, ce qui rend difficile la distinction entre ces trois espèces, à moins d'un examen attentif de petits détails constituant des caractères taxonomiques.

Interaction avec l'hôte

T. pyri est une autre espèce de phytoséiide présente dans les vergers de pommiers. Il hiverne sur l'arbre, à l'état de femelle adulte fécondée, et émerge à peu près au même moment que les premiers tissus verts apparaissent. Comparativement à *A. fallacis*, il est moins vorace et ses populations ne s'accroissent pas aussi rapidement, ce qui en limite l'efficacité en cas d'explosion des populations de tétranyques. Contrairement à *A. fallacis*, c'est un prédateur généraliste qui peut survivre sur des sources de nourriture de remplacement (pollen, moisissure, œufs d'insectes, autres acariens) et qui reste dans la frondaison même lorsque ses principales sources de nourriture (tétranyques rouges, tétranyques à deux points et ériophyides du pommier) sont rares. Les habitudes alimentaires de *T. caudiglans* s'apparentent à celles de *T. pyri*.

Conservation des acariens prédateurs

Les populations d'acariens prédateurs sont dynamiques et influencées par la disponibilité des sources de nourriture et les programmes de lutte antiparasitaire. Un certain nombre de pesticides sont toxiques pour les insectes et acariens utiles. Les pyréthrinoïdes, par exemple, peuvent être extrêmement perturbateurs pour certaines espèces d'acariens prédateurs. Il est par conséquent déconseillé de les utiliser aux fins de la lutte contre les ennemis du pommier, particulièrement après le stade calice. Les populations d'acariens prédateurs sensibles aux pesticides mettent souvent du temps à se reconstituer.

Bon nombre des insecticides à risque réduit de nouvelle génération et certains acaricides offerts aux producteurs sont moins toxiques pour les acariens utiles. D'autres agissent directement sur leurs populations par une toxicité aiguë ou des effets sublétaux. Les huiles pulvérisées avant la floraison pour lutter contre les tétranyques rouges hivernants ont peu d'effets sur les acariens utiles, car, à cette époque de l'année, ceux-ci sont cachés dans les anfractuosités de l'écorce ou sont encore au sol. Ces traitements sont donc d'un grand secours dans le maintien des populations d'acariens utiles.

Insectes utiles

Dans l'élaboration d'un programme de lutte intégrée, il faut garder à l'esprit le rôle inestimable que les ennemis naturels jouent dans la réduction des populations de ravageurs. De nombreux ennemis des vergers sont la proie d'insectes ou d'acariens utiles ou sont infectés par des agents fongiques, bactériens ou viraux. Souvent, ces auxiliaires de lutte suffisent à contenir les populations des ennemis du pommier, surtout les ennemis indirects (p. ex. pucerons, acariens, cicadelles), c.-à-d. ceux qui se nourrissent sur les feuilles ou dans les feuilles plutôt que sur le fruit même.

Les ennemis naturels des vergers entrent dans trois grandes catégories : les prédateurs, les parasitoïdes et les agents pathogènes. Les prédateurs dominent leurs proies, les capturent et les dévorent. La plupart sont plus gros que leurs proies. Un prédateur consomme habituellement un grand nombre de proies pendant sa durée de vie. Si certains prédateurs sont spécialisés, d'autres sont des généralistes qu'on retrouve dans des habitats divers.

Un parasitoïde vit à l'intérieur ou à la surface d'un hôte, s'en nourrit et finit par le faire mourir en se développant. Les parasitoïdes étant souvent plus petits que leurs hôtes, leur présence peut facilement passer inaperçue lors des opérations de dépistage. Les insectes parasités ne meurent pas toujours rapidement. Ils peuvent continuer à s'alimenter et à se développer normalement jusqu'à ce qu'ils atteignent un certain stade de croissance.

Les agents pathogènes sont souvent négligés comme agents de lutte biologique ou ennemis naturels. Ils comprennent des bactéries, des virus, des champignons et d'autres micro-organismes ainsi que des nématodes entomopathogènes (qui parasitent des insectes). Les bactéries et virus doivent obligatoirement être ingérées par l'hôte, tandis que les champignons et les nématodes envahissent celui-ci en pénétrant par la cuticule qui les recouvre ou par leurs orifices (bouche, anus, stigmates). Quand des individus semblent mal en point (léthargiques, chétifs, d'une couleur différente) ou sont couverts d'un mycélium laineux, il arrive que des agents pathogènes soient en cause.

Quels sont les avantages des ennemis naturels dans le verger?

Les insectes et acariens utiles permettent de retarder ou rendent carrément superflues les pulvérisations de pesticides. Les programmes de lutte intégrée tirent parti de l'action des insectes et acariens utiles en préservant et en augmentant leurs populations dans les vergers. Quand des mesures de lutte chimique s'imposent dans le cadre d'un programme de lutte intégrée, les pesticides recommandés sont ceux qui ont le moins de répercussions sur les ennemis naturels présents dans le verger.

Même si le rôle des différentes espèces d'ennemis naturels, prises isolément, peut paraître mince, la combinaison de l'ensemble des prédateurs, des parasitoïdes et des agents pathogènes peut avoir un effet considérable sur les insectes et acariens nuisibles. Les pratiques agricoles qui valorisent la diversité biologique préconisent la conservation des ennemis naturels qui aident à contraindre les populations d'espèces nuisibles. Voici des moyens qui s'appuient sur le bon sens pour préserver les insectes et acariens utiles dans les vergers :

- savoir reconnaître les ennemis naturels et surveiller leur présence dans les vergers;
- faire les traitements insecticides ou acaricides uniquement quand les seuils d'intervention sont atteints et utiliser les produits les moins toxiques pour les prédateurs;
- favoriser l'établissement de plantes à fleurs et de plantes tapissantes indigènes dans les zones non traitées, afin de fournir le nectar, le pollen et les abris nécessaires aux nombreux auxiliaires de lutte.

On trouvera ci-dessous un aperçu des insectes utiles les plus courants.

Prédateurs de pucerons

Cécidomyie du puceron – Aphidoletes aphidimyza (famille Cecidomyiidae)

Description

Ses œufs sont ovales, tout petits (0,1-0,3 mm) et orangés. Ses larves – le stade que l'on voit le plus souvent dans les vergers – sont de petits asticots (2-3 mm) orangés (figure 4-210). La cécidomyie du puceron adulte est une petite mouche (2-3 mm) avec de longues pattes pendantes et de longues antennes. On la voit rarement dans les vergers. La couleur des larves, de orangé vif à rouge, dépend de leur source de nourriture. Les larves se servent de leurs mâchoires puissantes pour saisir leurs proies.

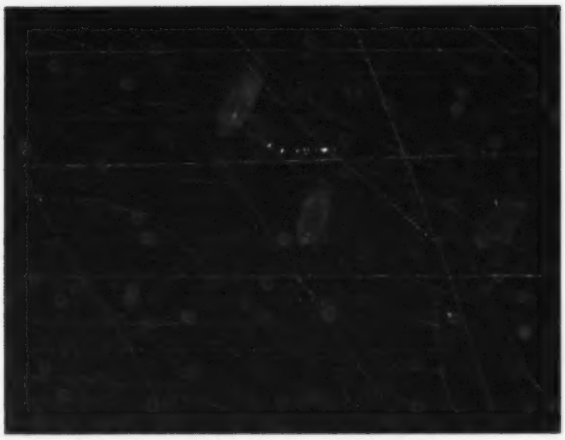


Figure 4-211. Larves de cécidomyies du puceron.

Interaction avec l'hôte

A. aphidimyza vit sur une diversité de cultures incluant crucifères (famille du chou), pommier, bleuetier et arbustes d'ornement. Cette cécidomyie est considérée comme un important agent de lutte biologique contre les pucerons, qui est présent à l'état naturel et qui s'attaque à plus d'une soixantaine d'espèces différentes. Les femelles pondent leurs œufs à proximité des colonies de pucerons. Les larves tuent plus de pucerons qu'il ne leur en faut pour compléter leur développement, surtout lorsque la densité des proies est élevée. Dans les vergers de pommiers, les larves sont fréquemment observées du milieu à la fin de l'été; on les voit souvent en train de se nourrir dans des colonies de pucerons verts du pommier.

Surveillance

Durant les opérations de surveillance des populations de pucerons, vérifier si la cécidomyie du puceron est présente sur les pousses terminales. Sa présence ainsi que celle d'autres prédateurs des pucerons retarde ou rend superflus les traitements insecticides dirigés contre le puceron vert du pommier. Selon des études menées ailleurs, un rapport cécidomyie du puceron à pucerons de 1:15 procure une lutte biologique efficace. Les femelles pondent environ deux cents œufs. Une simple larve peut tuer jusqu'à quatre-vingts pucerons. Pour plus d'information sur la lutte biologique contre les pucerons, voir la rubrique *Puceron vert du pommier*, p. 61.

Syrphes (syrphidés)

Description

Plus de vingt-cinq espèces de syrphes ont été identifiées dans les vergers de pommiers de l'Ontario. En règle générale, les larves, avec leur corps effilé à une extrémité, font penser à des limaces. Elles sont recouvertes de taches brunes et/ou vertes (figure 4-212). Elles atteignent 5-10 mm. Les adultes de nombreuses espèces sont brun foncé avec des bandes jaunes, ce qui les fait ressembler à des abeilles. Ils ont l'habitude de voler sur place (figure 4-213).

Figure 4-212. Larve de syrphe.

Figure 4-213. Syrphe adulte.

Interaction avec l'hôte

Au stade adulte, les syrphes sont des pollinisateurs importants et non des prédateurs; ils se nourrissent de pollen, de nectar et du miellat produit par les pucerons. Une femelle peut pondre jusqu'à quatre cents œufs. Les larves sont souvent observées dans les colonies de pucerons en train de se nourrir de pucerons. Elles percent le corps des pucerons et en sucent les liquides organiques, ne laissant qu'une dépouille ratatinée et noircie. Une même larve peut se nourrir de plus de cinq cents pucerons et peut aussi se nourrir de cochenilles, d'acariens et de chenilles.

Surveillance

Durant les opérations de dépistage des pucerons, surveiller la présence de syrphes sur les pousses terminales. La présence de cécidomyies du puceron et d'autres prédateurs des pucerons peut retarder ou rendre carrément inutiles les applications d'insecticides dirigées contre le puceron vert du pommier. Pour plus d'information sur la lutte biologique contre les pucerons, voir la rubrique *Puceron vert du pommier,* p. 61.

Chrysopes et hémérobes (ordre des névroptères)

Description

On retrouve couramment dans les vergers de pommiers, à l'état d'œufs, de larves et d'adultes, plusieurs espèces appartenant à l'ordre des névroptères, dont des chrysopes (famille des chrysopidés), habituellement verdâtres, et des hémérobes (famille des hémérobiidés), brunâtres. Les œufs font moins de 1 mm de longueur, sont ovales et de couleur claire (figure 4-214). Selon l'espèce, les œufs sont pondus individuellement, parfois à l'extrémité de longs pétioles soyeux attachés aux feuilles. Les larves à maturité mesurent 0,6-1,2 mm de longueur. Leur corps se termine en pointe et a un aspect moucheté. Leurs pattes sont bien développées et leur tête est pourvue de grosses mandibules en forme de faucille (figure 4-215). Les chrysopes et hémérobes passent par trois stades larvaires. Les larves à maturité tissent un cocon blanc dans lequel elles se transforment en pupes. Les adultes mesurent 12-20 mm de long, ont de longues antennes, des yeux dorés (on appelle d'ailleurs les chrysopes « mouches aux yeux d'or ») et de grosses ailes nervurées (figure 4-216). En Ontario, on compte chaque année trois ou quatre générations de ces insectes.

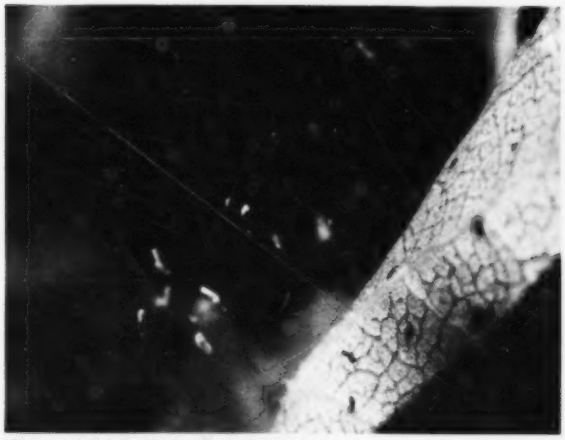


Figure 4-214. Œufs de névroptères.

Figure 4-215. Larve d'hémérobe.

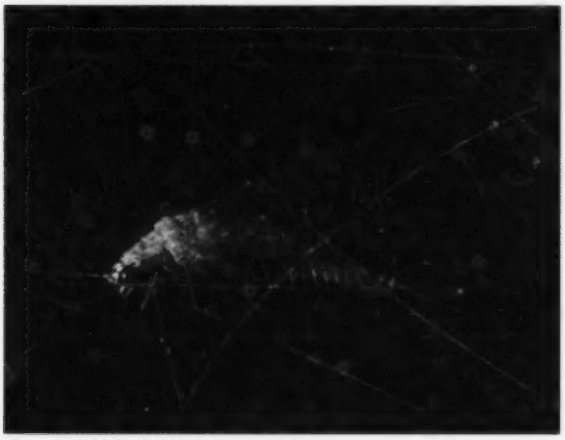


Figure 4-216. Chrysope adulte.

Interaction avec l'hôte

Les espèces communes de la famille des chrysopidés comprennent *Chrysopa nigricornis* (Burmeister), *C. oculata* (Say) et *C. carnea* (Stephens), l'espèce la plus abondante. Chez la famille des hémérobiidés, *Hemerobius humilinus* (L.) est l'espèce la plus courante. *C. carnea.* À la fois les adultes et les larves des deux familles sont des prédateurs généralistes.

Leurs larves sont voraces et se nourrissent de pucerons, d'acariens phytophages, d'œufs de lépidoptères et de membres de leur propre famille. Les larves utilisent leurs mandibules et leurs maxillaires pour percer leurs proies et en sucer les liquides organiques. Il arrive qu'elles percent des tissus végétaux pour en extraire de l'eau ou des nutriments. Elles se nourrissent de 44 à 105 pucerons par jour, ce nombre pourrait même aller jusqu'à 1 000. Avant la ponte, les adultes ont besoin de consommer du nectar des fleurs et du miellat produit par les pucerons.

Surveillance

Les chrysopes et hémérobes sont actifs dans les vergers de la fin mai jusqu'au début septembre. Pendant les opérations de dépistage des pucerons, vérifier la présence de chrysopes et d'hémérobes sur les pousses terminales. La présence de ces auxiliaires de lutte ainsi que celle d'autres prédateurs des pucerons peuvent retarder, voire rendre inutiles les interventions dirigées contre le puceron vert du pommier. Pour plus d'information sur la lutte biologique contre les pucerons, voir la rubrique *Puceron vert du pommier*, p. 61.

Coccinelles (Coccinellidae)

Description

On signale plusieurs espèces de coccinelles différentes dans les vergers de l'Ontario. La coccinelle asiatique multicolore, *Harmonia axyridis* (Pallas) et la coccinelle à sept points, *Coccinella septempunctata* (L.) sont deux des espèces les plus courantes. Ces deux coccinelles sont des espèces introduites.

Les œufs des coccinelles mesurent 1,2 mm de longueur, sont de forme ovale, jaune vif et réunis par petits groupes (figure 4-217). Les larves à maturité font 8-11 mm de longueur, sont noires et possèdent des taches proéminentes d'un jaune orangé voyant qui permettent d'identifier les espèces. Elles sont couvertes d'épines et sont souvent décrites comme ayant la forme d'un alligator (figure 4-218). Les adultes sont de gros insectes de forme ovale et convexe. Leur taille varie, la plus petite coccinelle étant *Stethorus* spp. (1,4-1,6 mm) et la plus grosse, *Anatis* spp. (8-10 mm). Les coccinelles sont souvent d'une couleur voyante et ponctuée de taches foncées (figure 4-219).

Figure 4-217. Masses d'œufs de coccinelles.

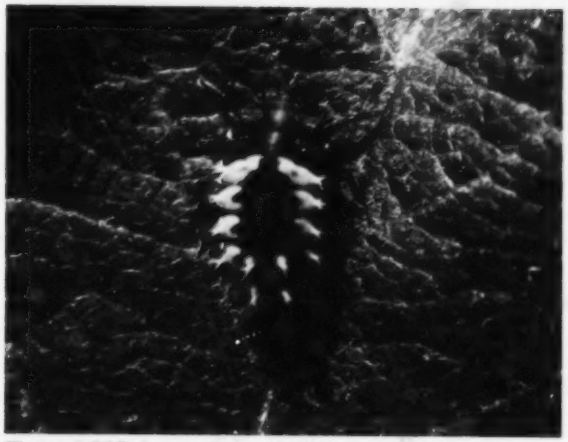


Figure 4-218. Larve de coccinelle.

Figure 4-219. Coccinelles asiatiques multicolores adultes.

Interaction avec l'hôte

Les adultes et les larves sont des prédateurs efficaces que l'on trouve dans un éventail de cultures et sur divers végétaux dans un aménagement paysager. Si certaines coccinelles sont généralistes, se nourrissant de pucerons, de petites chenilles, de cochenilles et d'acariens, d'autres, comme *Stethorus* spp., se nourrissent presque exclusivement d'acariens phytophages. Les coccinelles hivernent à l'état d'imago (insecte parfait) et s'activent au printemps. En Ontario, il peut y avoir une ou deux générations par année. Les individus de certaines espèces, dont la coccinelle asiatique multicolore, consomment plusieurs centaines de pucerons au cours de leur vie. Le nombre de proies tuées dépend de la densité de population des insectes nuisibles. Quand les proies sont abondantes, il arrive que les coccinelles ne consomment leurs proies qu'à moitié avant de passer à la suivante.

Surveillance

Faire le dépistage des coccinelles en observant les pousses terminales au moment des opérations de surveillance des pucerons. Si les populations sont suffisamment élevées, ces prédateurs gardent les ennemis indirects comme les pucerons et les acariens sous les seuils de nuisibilité économique là où les traitements faits dans le cadre des programmes de lutte intégrée reposent sur l'utilisation de produits à risques réduits.

Prédateurs généralistes

Punaises des fleurs (famille Anthocoridae)

Description

Les punaises des fleurs sont de petits insectes de forme ovale (2-4 mm). Leurs élytres (couvertures alaires) sont partiellement membraneux. La minuscule punaise anthocoride, *Orius insidiosus* (Say), et la punaise des fleurs, *Orius tristicolor* (White), comptent parmi les espèces les plus courantes dans les vergers de pommiers. Les œufs mesurent 0,55 mm de long et sont transparents. Les nymphes mesurent 0,2-0,5 mm, vont du jaune orangé au brun et sont en forme de larme. Les adultes mesurent 3 mm de long, sont de forme ovale et ont des taches noires et blanches sur les ailes (figure 4-220). Les nymphes comme les adultes ont des pièces buccales de type piqueur-suceur qui servent à soumettre et à dévorer leurs proies. *O. insidiosus* produit au moins deux générations par année en Ontario.

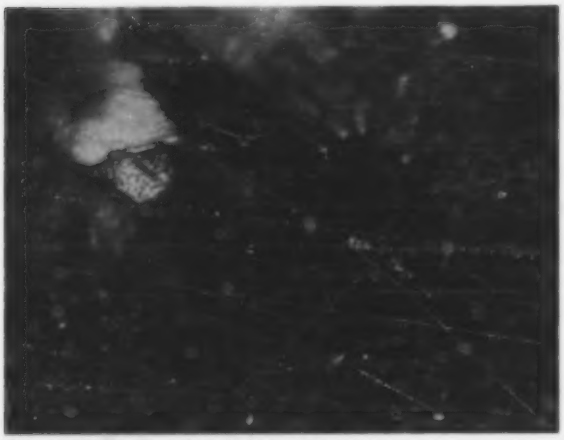


Figure 4-220. Punaise anthocoride.

Interaction avec l'hôte

Les espèces du genre *Orius* sont des prédateurs communs de nombreuses cultures agricoles. Elles hivernent au stade adulte à l'intérieur et à l'extérieur des vergers. Les adultes et les nymphes se nourrissent de pucerons, de tétranyques, de thrips, d'œufs d'insectes et d'acariens, ainsi que de petites chenilles. Quand les proies se font rares, leur nourriture se compose de pollen et du suc des plantes. Les adultes et les stades immatures de ces espèces consomment une trentaine de tétranyques par jour, sinon plus.

Surveillance

O. insidiosus apparaît dans les vergers à la mi-avril et reste actif jusqu'en octobre. Les consultants en cultures profitent des opérations de dépistage des pucerons pour surveiller la présence de punaises des fleurs sur les pousses terminales.

Punaises des plantes (famille Miridae)

Description

Les punaises des plantes sont phytophages, prédatrices ou les deux. Elles sont le plus souvent représentées dans les vergers par la punaise de la molène, *Campylomma verbasci* (Meyer). Ses œufs mesurent 0,8 mm de long, sont blancs et ont la forme d'une bouteille. La punaise de la molène passe par cinq stades nymphaux. Les nymphes mesurent 0,5-2,5 mm de long, sont jaunes, ont la tête pointue et les yeux rouges. Les adultes mesurent 3 mm de long, sont de forme ovale et de couleur brun clair (figure 4-221). En Ontario, on compte deux ou trois générations de cette espèce chaque année.

Figure 4-221. Punaise de la molène adulte (avec sa proie).

Interaction avec l'hôte

Même si la punaise de la molène est considérée comme un ennemi du pommier pendant les deux semaines qui précèdent et qui suivent la floraison, elle devient par la suite un prédateur important se nourrissant des acariens et des pucerons qui envahissent les vergers de pommiers durant l'été. Les plants de molène sont leur hôte intermédiaire durant l'été. Les adultes et les nymphes sont prédateurs et se nourrissent surtout du tétranyque rouge du pommier et du puceron vert du pommier, qu'ils sont capables de décimer s'ils s'y attaquent dès les premiers stades d'infestation. Ils se nourrissent aussi de chenilles, de cicadelles et d'autres insectes à corps mou.

Surveillance

On trouve souvent des spécimens de punaises de la molène sur les pousses terminales et dans les plateaux de collecte lors des opérations de surveillance par la méthode du tapotement des branches.

Réduves ou punaises assassines (famille Reduviidae)

Description

Il existe plusieurs espèces de punaises assassines; la taille, la forme et la couleur de chacune peuvent varier considérablement. L'espèce de punaises assassines la plus abondante dans les vergers de l'Ontario est *Acholla multispinosa* (DeGeer). Les adultes sont de gros insectes (1-2 cm), allant du brun foncé au gris brun. Ils se servent de leurs pattes antérieures, comme les rapaces de leurs serres, et ont de gros becs utiles pour capturer, maîtriser et dévorer leurs proies. Dans les vergers, on voit surtout le stade adulte de cet insecte (figure 4-222). Les œufs réunis en masses de 24 œufs sont pondus sur les bourgeons, les rameaux ainsi que sur les grosses branches.

Figure 4-222. Réduve adulte.

Interaction avec l'hôte

Les nymphes comme les adultes sont des prédateurs qui se nourrissent de tous les stades du puceron vert du pommier, des cicadelles adultes et de certaines chenilles. Les nymphes apparaissent au début juin et les adultes, entre la fin juillet et le début août. Il n'y a qu'une seule génération de cet insecte chaque année.

Surveillance

Lors des opérations de dépistage, des adultes et des nymphes peuvent être remarqués sur les pousses terminales et dans les plateaux de collecte.

Carabes (famille Carabidae)

Description

Les carabes sont communs dans les vergers et les autres zones de culture. On en compte cinquante-neuf espèces dans les vergers de pommiers du sud de l'Ontario, *Amara aenea* (DeGeer), *Harpalus affinis* (Shrank) et *Pterostichus melanarius* (Ill) étant les plus communes.

Les carabes adultes sont des coléoptères longiformes, plutôt plats, dont la taille varie de 0,3 à 8,5 cm. Ils vont habituellement du brun foncé au noir, mais peuvent aussi être d'un brun qui tire sur le jaune ou sur le rouge et avoir des reflets métalliques bleu-vert ou cuivre (figure 4-223). Ces insectes vivent au sol, sous des pierres ou des débris.

Figure 4-223. Carabe adulte (grand calosome vert).

Interaction avec l'hôte

Les larves et les adultes sont nocturnes et prédateurs. Certaines espèces sont phytophages et se nourrissent des graines, des pousses, des fruits et du pollen des plantes. D'autres sont prédatrices et, dans les vergers, se nourrissent de pupes de la mouche de la pomme, de larves du carpocapse de la pomme, de pucerons et d'autres insectes à corps mou. Les carabes sont présents pendant toute la saison de croissance.

Surveillance

Surveiller leur présence lors des opérations de dépistage.

Araignées

Description

Les araignées ne sont pas des insectes. Le corps d'une araignée se compose de deux parties (céphalothorax et abdomen) et possède quatre paires de pattes. Plusieurs types d'araignées vivent à l'intérieur de la frondaison, sur les branches et sur le tronc des arbres. Les araignées chasseresses qui vivent dans le feuillage (araignées sauteuses, araignées-crabes et araignées à sac) chassent leurs proies en les saisissant (figure 4-224). Les araignées tisseuses de toiles se fabriquent des toiles (toiles géométriques ou orbiculaires, toiles en hamac, toiles en nappes ou en entonnoir, toile-échafaudage) pour attraper leurs proies.

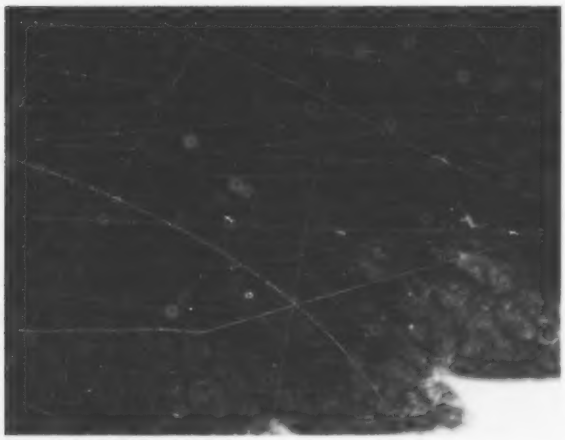


Figure 4-224. Araignée.

Interaction avec l'hôte

Les araignées se nourrissent de différents insectes ennemis des pommiers.

Surveillance

Noter la présence d'araignées lors des opérations de dépistage.

Parasitoïdes

Tachinaires (famille Tachinidae)

Description

Les adultes sont de grosses mouches qui font penser à des mouches domestiques, mais qui sont couvertes de soies. Les larves se nourrissent depuis l'intérieur de leurs hôtes et font penser à des asticots. Les pupes sont découvertes à l'extérieur des hôtes. Ils sont bruns, allongés et dépourvus de toute marque caractéristique.

Interaction avec l'hôte

Les tachinaires hivernent à l'état de pupes dans les feuilles mortes. Les adultes émergent au printemps et les femelles fécondées pondent leurs œufs sur le dos des hôtes, notamment sur la tordeuse à bandes obliques. Le développement se fait à l'intérieur des larves parasitées. Les larves de tachinaires à maturité sortent de leur hôte pour se transformer en pupes. Les taux de parasitisme sont extrêmement variables.

Surveillance

On ne fait normalement pas la surveillance des tachinaires au cours des opérations de dépistage.

Parasitoïdes des pucerons (Aphelinidae)

Description

Les adultes sont de petites guêpes (0,7-3 mm) noires aux reflets métalliques. Les larves se trouvent à l'intérieur de pucerons momifiés (figure 4-225).

Figure 4-225. Momie de puceron disséquée comportant une larve de parasitoïde.

Interaction avec l'hôte

Les femelles pondent leurs œufs à l'intérieur des pucerons. Les larves se développent à l'intérieur des pucerons hôtes et se fraient un chemin vers l'extérieur en les dévorant. Il est fréquent que plusieurs pucerons d'une colonie soient parasités. *Aphelinus mali* (Haldeman) est un parasitoïde important du puceron lanigère du pommier.

Surveillance

Rechercher des momies de pucerons à l'intérieur des colonies. Les pucerons lanigères parasités paraissent noirs.

Chalcidiens (famille Chalcididae)

Description

Les chalcidiens sont de petites guêpes (2-7 mm) luisantes. Ils sont caractérisés par des fémurs postérieurs gonflés et de petits ovipositeurs. Les larves sont des ectoparasites (qui se nourrissent de leur hôte en restant à l'extérieur de celui-ci). On trouve les pupes dans les galeries creusées dans les feuilles; on les reconnaît facilement à leur aspect de momie.

Interaction avec l'hôte

Les guêpes femelles pondent leurs œufs sur des hôtes convenables.

Braconides (famille Braconidae)

Description

Les braconides ou braconidés sont des guêpes souvent de couleur foncée, mais parfois aussi de couleur claire. Leur taille varie de 2-15 mm. Leurs ailes sont très peu nervurées. Une espèce communément rencontrée dans les vergers de pommiers est le parasite indigène *Pholetesor ornigis*, qui se développe à l'intérieur de son hôte. Les larves des mineuses, notamment celles de la mineuse marbrée du pommier, font partie de ses hôtes. Une autre espèce, *Macrocentrus linearis* (Nees), s'attaque aux larves de la tordeuse à bandes obliques.

Interaction avec l'hôte

Comme les autres parasitoïdes, les braconides ont besoin d'un hôte pour se développer.

P. ornigis hiverne à l'état de prépupe dans un cocon tissé à l'intérieur d'une galerie creusée dans une feuille de l'hôte. Les femelles émergent des pupes au printemps et pondent leurs œufs un à un dans les larves des mineuses. Les larves parasitées restent actives jusqu'à ce qu'elles atteignent le dernier stade larvaire ou le stade de pupe, après quoi, elles sont tuées par les larves de la guêpe qui grossit. Les larves des guêpes sortent des larves de mineuses et se transforment en pupes à l'intérieur d'un cocon pâle tissé en forme de cylindre et portant une bande sombre. Le cycle biologique de la guêpe est bien synchronisé avec celui de l'espèce qui lui sert d'hôte. On compte plusieurs générations de cette guêpe par an. Celle-ci est un agent de lutte biologique efficace contre la mineuse marbrée du pommier dans les vergers de pommiers de l'Ontario.

Surveillance

Profiter des opérations de dépistage de la mineuse marbrée pour vérifier la présence et l'abondance des cocons de braconides. Les cycles biologiques de la mineuse marbrée du pommier et de *P. ornigis* sont synchronisés, les adultes émergeant au printemps au moment où les larves se nourrissant de sève apparaissent, en règle générale autour du stade calice. Ces parasitoïdes sont sensibles à de nombreux insecticides à large spectre. Dans la mesure du possible, combattre les autres ennemis à l'aide de produits à risque réduit.

Insectes utiles vivant dans le sol

Dans un sol biologiquement actif, la couche arable renferme plus de 8,64 tonnes métriques d'organismes vivants par hectare (0,5 %), ce qui, dans certains sols, représente une part importante de la réserve de matière organique. L'activité et la diversité des organismes vivant dans le sol sont cruciales pour l'aération du sol, la reconstitution des réserves du sol en éléments nutritifs et le maintien de l'équilibre entre les organismes terricoles utiles et ceux qui sont nuisibles.

À l'échelle **microscopique**, on retrouve dans la plupart des sols des champignons, des bactéries, des actinomycètes et des algues. Leurs populations varient selon le type de sol, son pH, le couvert végétal, la rotation des cultures et le travail du sol.

Les **champignons** sont les organismes qui, après les racines, constituent la plus large part de matière vivante dans le sol. Ils tolèrent mal le travail du sol intensif et prospèrent dans les sols à pH faible. Ils participent à la décomposition de la matière organique, ce qui contribue à la reconstitution des réserves d'éléments nutritifs. Un groupe de champignons en particulier, les mycorhizes (aussi appelés endomycorhizes vésico-arbusculaires) vivent en symbiose avec les racines des végétaux, surtout celles des cultures vivaces comme celles qu'on retrouve dans les vergers ou dans des sols non travaillés. Les hyphes (équivalents des racines) de ces champignons contribuent à multiplier par mille la zone d'absorption des racines des végétaux, ce qui est particulièrement important pour le prélèvement du phosphore dans les sols qui en sont pauvres.

Les **bactéries** se comptent par milliards dans la plupart des sols. Elles jouent un rôle important dans la reconstitution des réserves d'éléments nutritifs dans le sol au fur et à mesure de la décomposition de la matière organique.

Les **actinomycètes** sont moins connus, mais jouent également un rôle important dans la décomposition de la matière organique contenue dans le sol. Ils sont particulièrement abondants dans les sols secs à pH faible comme le sont bon nombre des sols servant à l'horticulture et offrant des rendements élevés.

Les **algues** contribuent à la décomposition de la matière organique. On les voit le plus souvent dans les sols mal drainés où elles deviennent visibles quand les sols restent détrempés pendant de longues périodes.

Les **animaux terricoles macroscopiques** comprennent les arthropodes, les vers de terre et les rongeurs.

Les **arthropodes** réunissent un large éventail d'insectes, d'araignées et d'acariens vivant dans le sol.

Les **microarthropodes** sont extrêmement nombreux dans les sols non remaniés ou les sols plantés de cultures vivaces comme celles qu'on retrouve dans les vergers enherbés, où leurs populations peuvent se chiffrer à plus de 1 000 000/m^2. Par comparaison, ils sont en beaucoup moins grand nombre (75 000/m^2) dans les sols servant aux grandes cultures, en raison de l'appauvrissement du sol en matière organique, consécutif au travail du sol, et en raison des modifications du microclimat attribuables aux pratiques aratoires. Les microarthropodes interviennent dans la décomposition des résidus de végétaux et stimulent la croissance des champignons et l'activité microbienne. Quelques microarthropodes sont nuisibles, tandis que d'autres sont considérés comme des agents de lutte biologique contre les nématodes.

Les vers de terre ne sont pas des organismes indigènes en Ontario. En se retirant, il y a plus de 10 000 ans, les glaciers ont emporté et déposé la matière constitutive de nos sols, laissant derrière eux une absence quasi-totale de vie. Les vers de terre sont arrivés sur les outils, les semences et les végétaux apportés par les premiers colons, ainsi que dans la terre avec laquelle étaient lestés les navires. En Ontario, les populations de vers de terre varient considérablement selon la nature et la capacité de drainage du sol, la conduite des cultures et l'endroit.

On classe les vers de terre en trois grandes catégories, établies en fonction de critères comportementaux liés à la construction des galeries :

- petits vers vivant dans des galeries horizontales peu profondes, habituellement situées dans les premiers 8-10 cm de sol;
- petits vers rouges, gris ou presque transparents qui vivent à faible profondeur, dans des galeries horizontales permanentes, habituellement situées dans les premiers 10-15 cm de sol;
- vers de grande taille, comme *Lumbricus terrestris*, qui vivent dans des galeries verticales permanentes profondes.

On peut dénombrer au mètre carré des milliers de vers de terre sous un pâturage ou moins de dix dans un champ sur lequel se pratique une rotation type de grandes cultures. Les vers de terre – particulièrement les lombricidés – creusent à la verticale des galeries profondes qui constituent des macropores par où l'eau se draine. Le sol traverse le tube digestif des vers de terre, qui rejettent des fèces riches en éléments nutritifs dont les parois des galeries sont tapissées. Les racines des végétaux empruntent souvent ces galeries parce qu'elles sont faciles à pénétrer et qu'elles leur procurent une bonne aération et une abondance d'éléments nutritifs. À la surface du sol, les galeries creusées par les lombricidés sont faciles à repérer grâce aux petits monticules que les vers de terre y laissent; ceux-ci sont constitués de déjections et de résidus de cultures. Dans les cultures vivaces comme celles qu'on retrouve dans les vergers, les vers de terre jouent un rôle important en incorporant au sol les feuilles et autres matières organiques, ce qui accroît la fertilité du sol et réduit l'inoculum de la tavelure.

La vie et l'activité des organismes terricoles présentent des particularités dans les sols des vergers. L'absence de travail du sol du fait qu'il s'agit de cultures vivaces, la présence des feuilles qui tombent au sol et l'ombre projetée par les arbres créent un milieu passablement différent de celui qu'on retrouve dans un champ de maïs. Les représentants des diverses espèces animales et végétales y sont en règle générale plus nombreux, car ils n'y sont pas dérangés. La nuisibilité des pesticides pour les organismes terricoles est souvent décriée. Des études montrent toutefois que le profilage du sol et le travail du sol ont des répercussions plus lourdes encore que la plupart des applications de pesticides. Il reste que la gestion du couvert végétal peut avoir une influence sur la vie terricole. Un travail fréquent des entre-rangs peut avoir pour effet d'abaisser les populations de vers de terre, ceux-ci étant broyés par les instruments aratoires. Les entre-rangs peuplés d'un couvre-sol ont tendance à abriter davantage de vers de terre, qui bénéficient ainsi de l'ombre projetée et de l'enrichissement du sol en matière organique. Par contre, si le couvert est trop dense, les populations de vers de terre diminuent. La surveillance des populations de vers de terre effectuée dans certains vergers du sud-ouest de l'Ontario indique que ceux-ci seraient sensiblement plus nombreux dans la bande traitée à l'aide d'un herbicide immédiatement sous les arbres. Les feuilles tombées au sol, l'ombre et dans certains cas l'irrigation peuvent avoir contribué à en accroître les populations.

Annexe A.
Liste des fournisseurs de matériel de surveillance et d'agents de lutte biologiques

Voici une liste partielle de fournisseurs d'agents biologiques et de matériel de surveillance utilisé en lutte intégrée, notamment de matériel de surveillance météorologique et de fournitures de surveillance des ennemis des cultures. Pour une liste plus complète de fournisseurs d'acariens et d'insectes utiles, voir le site du MAAARO à l'adresse *www.ontario.ca/cultures*.

Entreprise	Adresse	Tél./Téléc.	Courriel/Site Web	Produits
Biobest Canada Ltd.	2020, ch. Mersea, bur. 3, R.R. 4 Leamington (Ontario) N8H 3V7	Tél. : 519 322-2178 Téléc. : 519 322-1271 Téléc. sans frais : 1 888 472-0708	*info@biobest.ca* *www.biobest.ca*	nématodes, acariens et insectes utiles, pièges à insectes, phéromones
Cooper Mill Ltd.	R.R. 3 Madoc (Ontario) K0K 2K0	Tél. : 613 473-4847 Téléc. : 613 473-5080	*ipm@coopermill.com* *www.coopermill.com*	appâts et pièges à phéromones
Gempler's	1210 Fourier Drive, Suite 150 Madison, WI 53717	Tél. : 1 800 382-8473 Téléc. : 1 800 551-1128	*www.gemplers.com*	matériel de surveillance météorologique, appâts et pièges à phéromones, sphères à mouches de la pomme, enduits collants, loupes, compteurs-enregistreurs
Great Lakes IPM	10220 Church Rd. NE Vestaburg, MI 48891	Tél. : 989 268-5693 Téléc. : 989 268-5311	*glipm@nethawk.com* *www.greatlakesipm.com*	matériel de surveillance de la tavelure du pommier, appâts et pièges à phéromones, sphères à mouches de la pomme, enduits collants, loupes compteurs-enregistreurs, filets fauchoirs, trousses de diagnostic sur le terrain
Koppert Canada Ltd.	50, cr. Ironside, bur. 2 Scarborough (Ontario) M1X 1G4	Tél. : 416 291-0040 Téléc. : 416 291-0902	*pgoodspeed@koppert.ca* *www.koppert.com*	acariens et insectes utiles
Natural Insect Control	R.R. 2 Stevensville (Ontario) L0S 1S0	Tél. : 905 382-2904 Téléc. : 905 382-4418	*nic@niagara.com* *www.naturalinsectcontrol.com*	nématodes, acariens et insectes utiles, appâts et pièges à phéromones, dispositifs de confusion des mâles, cabanes d'oiseaux
N.M. Bartlett Inc.	4509, ch. Bartlett Beamsville (Ontario) L0R 1B1	Tél. : 905 563-8261 Téléc. : 905 563-7882	*info@bartlett.ca* *www.bartlett.ca*	appâts et pièges à phéromones, dispositifs de confusion des mâles

Entreprise	Adresse	Tél./Téléc.	Courriel/Site Web	Produits
Phero Tech Inc.	7572 Progress Way Delta (C.-B.) V4G 1E9	Tél. : 604 940-9944 Téléc. : 604 940-9433	*sales@pherotech.com* *www.pherotech.com*	appâts et pièges à phéromones
Plant Products Co. Ltd.	314, ch. Orenda E. Brampton (Ontario) L6T 1G1	Tél. : 1 800 387-2449 Téléc. : 905 793-9632	*sales@plantprod.com* *www.plantprod.com*	acariens et insectes utiles, loupes
Distribution Solida	480, rue St-Antoine St-Ferréol-les-Neiges (Québec) G0A 3R0	Tél. : 418 826-0900 Téléc. : 418 826-0901	*solida@clic.net*	appâts et pièges à phéromones, enduits collants, loupes, compteurs-enregistreurs, sphères à mouches de la pomme
Spectrum Technologies	12360 South Industrial Dr. East, Plainfield, IL 60585	Tél. : 1 800 248-8873 / 815 436-4440 Téléc. : 815 436-4460	*info@specmeters.com* *www.specmeters.com*	Maryblight®
Warwick Orchards and Nursery	R.R. 8 Watford (Ontario) N0M 2S0	Tél. : 519 849-6730 Téléc. : 519 849-6731	*warwick@xcelco.on.ca*	appareil de mesure de l'humidité des feuilles deWit

Annexe B.
Services de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes ou à la numération de nématodes ou des champignons du genre *Verticillium* peuvent être expédiés à la :

Clinique de diagnostic phytosanitaire
Division des services de laboratoire
Université de Guelph
95, ch. Stone O.
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 767-6256
Téléc. : 519 767-6240
Courriel : pdc@lsd.uoguelph.ca

Tout échantillon doit être accompagné du paiement. Les formulaires nécessaires sont disponibles sur le site *www.uoguelph.ca/labserv/units/pdc/*.

Grille des tarifs

Pour se renseigner sur les prix des analyses, visiter le site *www.uoguelph.ca/labserv/units/pdc/* ou appeler la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Comment prélever les échantillons destinés à la numération des nématodes

Sol

Quand prélever les échantillons

Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés à n'importe quel moment de l'année, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les niveaux de population des nématodes dans le sol sont généralement le plus élevés en mai et en juin puis, de nouveau, en septembre et en octobre.

Comment prélever les échantillons

Prélever les échantillons à l'aide d'une sonde tubulaire, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite. Prélever les échantillons de sol à une profondeur de 20-25 cm (8-10 po). Si le sol est nu, enlever une épaisseur de 2 cm (1 po) sur le dessus, avant de prélever les échantillons. Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons qu'on mélange et dont on ne conserve que 1/2 à 1 L (1 chopine à 1 pinte). Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha (6,25 ac). Les sous-échantillons devraient être mélangés dans un seau propre ou un sac de plastique.

Schéma d'échantillonnage

Si la zone de prélèvement contient des plantes cultivées vivantes, faire les prélèvements dans le rang au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons

Selon la superficie totale échantillonnée :

500 m^2 (5 400 pi^2)	10 sous-échantillons
500 m^2 – 0,5 ha (5 400 pi^2 – 1,25 ac)	25 sous-échantillons
0,5 – 2,5 ha (1,25 – 6,25 ac)	50 sous-échantillons

Racines

Pour les petites plantes, échantillonner tout le système racinaire plus le sol qui y adhère. Pour les grosses plantes, il faut prélever de 10 à 20 g (½ à 1 oz) en poids frais dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Prélever des échantillons de sol et de racines en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de zones saines. Soumettre si possible des échantillons de racines et de sol provenant à la fois des zones atteintes et des zones saines dans le même champ.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol

Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines

Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de sol humide prélevé au même endroit.

Entreposage

Entreposer les échantillons à des températures de 5 à 10 °C (40-50 °F). Ne pas les exposer aux rayons du soleil ni à des températures extrêmement chaudes ou froides (congélation). Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. La numération sera précise dans la mesure où les échantillons auront été manipulés avec soin.

Plantes présentées pour identification ou diagnostic

Formulaires de demande d'analyse

On peut obtenir les formulaires nécessaires en s'adressant à un Centre de ressources du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Prendre soin de bien remplir chacune des sections du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures qui ont occupé cette zone pendant les trois dernières années et les pesticides qui ont été employés au cours de la dernière année.

Choisir un échantillon complet et représentatif montrant les premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Si les symptômes sont étendus à tout le champ, prélever l'échantillon à un endroit où les dommages sont de gravité intermédiaire. Les matières complètement mortes sont habituellement inutiles à des fins de diagnostic.

Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification devraient comporter au moins une portion de 20-25 cm de la partie supérieure de la tige ainsi que des bourgeons latéraux, des feuilles, des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Il faut placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé, bien attaché, pour éviter le dessèchement et la contamination des feuilles par le sol. Ne pas ajouter d'eau, de façon à ne pas accélérer la décomposition durant le transport. Coussiner les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport. Éviter de laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Envoi des échantillons

Les expédier le plus tôt possible, pourvu que ce soit en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie, à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Spécimens d'insectes présentés pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes et araignées à corps dur dans des éprouvettes ou des boîtes en prenant soin de les entourer de papier-mouchoir ou de coton hydrophile (ouate). Dans le cas d'insectes à corps mou et de chenilles, les placer dans des éprouvettes contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car cela ferait pourrir le spécimen. Pour l'expédition, il ne faut pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé, ni les laisser libres dans une enveloppe.

En ce qui concerne les insectes vivants, les placer dans une boîte avec suffisamment de végétaux pour les nourrir pendant le transport. Ne pas oublier d'inscrire la mention « vivant » sur l'emballage.

UNIVERSITY of GUELPH

Laboratoire de diagnostic phytosanitaire

Division des Services de Laboratoire
B.P. 3650, 95 rue Stone ouest
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél: (519) 767-6256 Fax: (519) 767-6240

Usage interne seulement
Form: PDC-001f (00/02/04)

Échantillon: PDC_____

Reçu le: _____
☐ Poste ☐ Messagerie ☐ En personne

Montant reçu: _____
☐ Chèque ☐ Comptant ☐ VISA ☐ MC

Information supplémentaire ☐

Formulaire de soumission d'échantillon

Services requis: Dénombrement de nematodes: ☐ du sol; ☐ des racines ☐ Nématode à kystes du soya
☐ Diagnostic ☐ Identification d'insecte ☐ Identification de plante ☐ Dénombrement de Verticillium du sol

Nom du requérant			Nom du producteur (si différent du requérant)		
Nom de l'entreprise ou organisme			Nom de l'entreprise ou organisme		
Adresse			Adresse		
Ville	Province	Code postal	Ville	Province	Code postal
Téléphone	Fac-similé		Téléphone	Fac-similé	
Courriel			Courriel		

Transmettre le rapport au: ☐ Requérant ☐ Producteur (à moins d'avis contraire, le rapport ne sera remis qu'au requérant)

Plante ou culture attaquée:	# D'identification:	Cultivar/Variété:
	Provenance (i.e. serre, champ, verger, jardin, etc.):	

Superficie en culture:	% de plants affectés:	Apparition des symptômes: ☐ Jours ☐ Semaines ☐ Mois ☐ Années	Niveau de dommage: ☐ Sévère ☐ Modéré ☐ Léger
Histoire des cultures:		Culture à venir:	

Décrire le problème en détails (i.e. symptômes, organes affectés, localisation du problème):

Pesticides et herbicides utilisés, s.v.p. spécifier le nom des produits et les dates d'application:

Commentaires et autres requêtes:

Annexe C. Analyse des échantillons de lambourdes et de feuilles

Analyse des échantillons de lambourdes et de feuilles

Date	Bloc	Mineuse marbrée					Acariens (tétranyque rouge et tétranyque à deux points)			Acariens prédateurs	Ériophyides du pommier	Autres
		œufs	larves se nourrissant de sève	larves se nourrissant de tissus	pupes	parasitisme	œufs	nymphes	adultes			

Annexe D. Dénombrement des captures d'adultes dans les pièges

Date	Bloc	TOP	CP	SC	MM	TBO	MP	HP

TOP – Tordeuse orientale du pêcher

CP – Carpocapse de la pomme

SC – Sésie du cornouiller

MM – Mineuse marbrée

TBO – Tordeuse à bandes obliques

MP – Mouche de la pomme

HP – Hoplocampe des pommes

Annexe E.
Fabrication d'un plateau de collecte

Matériel

- deux vis filetées de 2 po;
- deux écrous à oreilles (ou l'équivalent);
- baguette de bois pour le cadre de 161 cm x 1,5 cm x 1,5 cm;
- carré de popeline fine noire mesurant 46 cm x 46 cm une fois prérétréci et ourlé;
- agrafeuse ou bandes de velcro.

Instructions

1. Couper la baguette en trois morceaux (deux de 46 cm chacun et un de 69 cm).
2. Placer l'une des pièces transversales à l'extrémité du morceau le plus long (extrémité du manche).
3. Percer un trou à travers le manche et le milieu de la pièce transversale après en avoir marqué l'emplacement.
4. Fixer les deux pièces de bois l'une à l'autre avec l'une des deux vis filetées et l'un des deux écrous à oreilles.
5. À 46 cm de l'extrémité du manche, marquer l'emplacement d'un second trou.
6. Percer le trou à travers le manche et le milieu de la pièce transversale, puis fixer les deux pièces de bois l'une à l'autre à l'aide de la deuxième vis filetée et du deuxième écrou.
7. Fixer la toile aux pièces transversales à l'aide d'agrafes ou de velcro.
8. Laver ou remplacer la toile après chaque saison de croissance.

Nota: L'utilisation de popeline noire facilite le repérage de la punaise de la molène. On peut utiliser de la popeline blanche pour le dépistage des insectes utiles et des araignées.

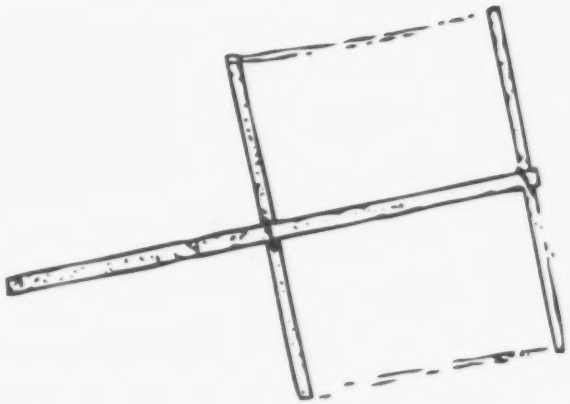


Figure E-1. Plateau de collecte.

Annexe F.
Évaluation des pousses terminales

Date	Bloc	% des pousses terminales infestées par le PVP	N^bre d'insectes utiles présents	% des pousses terminales infestées par la TBO ou des CDP	N^bre de cicadelles par feuille	N^bre de bouquets de fruits infestés par le PRP	Autres (pousses flétries par la tordeuse orientale du pêcher, pousses infectées par la brûlure bactérienne, tavelure sur les feuilles, blanc)

PVP – Puceron vert du pommier

TBO – Tordeuse à bandes obliques

CDP – Chenilles défoliatrices du printemps

PRP – Puceron rose du pommier

Annexe G.
Dommages aux fruits observés durant les opérations de dépistage hebdomadaires

Date	% des fruits infestés par le CP	% des fruits infestés par la TOP	% des fruits endommagés par la TBO	Autres (taches vésiculaires, pourriture noire, mouche de la pomme, tavelure)

CP – Carpocapse de la pomme

TOP – Tordeuse orientale du pêcher

TBO – Tordeuse à bandes obliques

Annexe H.
Feuilles d'évaluation de la récolte de pommes

Bloc

Cultivar

Date

Insecte	Pommier 1			Pommier 2			Pommier 3			Pommier 4		
	haut	intérieur	extérieur	haut	intérieur	extérieur	haut	intérieur	extérieur	haut	intérieur	extérieur
mouche de la pomme												
carpocapse de la pomme												
punaise de la molène												
tordeuse à bandes obliques												
tordeuse orientale du pêcher												
punaises des plantes et insectes piqueurs												
charançon de la prune												
puceron rose du pommier												
cochenille												
chenilles défoliatrices du printemps												
autre												
Maladie												
tavelure												
pourriture noire												
pourriture sclérotique												
rouille du genévrier/ rouille du cognassier												
mouchetures/ tache de suie												
grêle												
blanc (oïdium)												
roussissure												
autre												
Somme des lésions												

Pommiers de haute tige ou semi-nains : examiner 100 fruits/arbre (34 à l'extérieur de la frondaison, 33 à l'intérieur et 33 dans le haut);
Pommiers nains (M.9) : examiner 25 fruits/arbre (échantillonnage aléatoire).

Annexe I.
Services météorologiques en ligne

Nav Canada fournit des prévisions et des observations.
www.navcanada.ca

Météo Média fournit des images satellites et radars, les conditions actuelles, des avertissements, des prévisions et des données historiques.
www.meteomedia.com

Le site **Météo d'Environnement Canada** fournit les conditions actuelles et les prévisions, des images radars et satellites et des données historiques.
www.meteo.gc.ca/canada_f.html

Weather Innovations Incorporated (WIN)
Services de gestion et d'information basés en Ontario.
www.weatherinnovations.com

SkyBit®
Société ayant son siège aux É.-U. et fournissant des données météorologiques axées sur l'agriculture et relatives à des sites précis.
www.fra.cas.psu.edu/skymain.htm

Annexe J.
Attrait de certaines plantes pour les insectes utiles

par A. Fiedler et D. Landis
Department of Entomology
204 Center for Integrated Plant Systems
Michigan State University
East Lansing, MI 48824-1311
http://nativeplants.msu.edu/why.htm

Un aspect important des programmes de lutte intégrée est la préservation des prédateurs et des parasites utiles qui, dans les vergers, procurent une maîtrise temporaire des organismes nuisibles et réduisent les dommages causés par les insectes. La Michigan State University mène actuellement une étude visant à évaluer le rôle des plantes indigènes dans l'abondance des organismes utiles et l'augmentation de leur efficacité. La plupart des prédateurs et des parasites utiles se rabattent sur le nectar et le pollen des plantes pour survivre lorsque les proies font défaut. Les plantes indigènes leur procurent aussi des proies de remplacement et une protection contre les aléas du climat. Les plantes indigènes présentent l'avantage sur les autres plantes de comporter moins de risques de devenir envahissantes, ce qui en fait un bon choix pour les peuplements situés à proximité de cultures. Les espèces non indigènes qui sont recommandées sont ordinairement des annuelles, ce qui fait :

1) qu'elles se ressèment et risquent alors de se propager à outrance ou;
2) qu'elles ont besoin d'être replantées ou ressemées chaque année.

Par comparaison, les espèces indigènes :

1) s'établissent pour de nombreuses années et offrent une floraison qui s'accroît avec le temps; et
2) augmentent la biodiversité et peuvent contribuer à rétablir des habitats en péril.

Les tableaux qui suivent proviennent de la Michigan State University. Ils dressent la liste des vingt-six plantes vivaces indigènes les plus attrayantes pour les insectes utiles.

Quelles plantes sont les meilleures?

Les vingt-six espèces vivaces indigènes au Michigan les plus attrayantes pour les insectes utiles

Le tableau qui suit présente les vingt-six espèces de plantes vivaces indigènes qui, en 2005, sur les quarante-trois espèces mises à l'essai, se sont révélées les plus attrayantes pour les insectes utiles au moment de leur pleine floraison (la période de floraison étant indiquée par les barres de couleur). Le nombre d'étoiles en regard de chaque espèce indique la mesure dans laquelle celle-ci exerce un attrait sur les prédateurs et parasitoïdes (ennemis naturels) et sur les insectes pollinisateurs (abeilles).

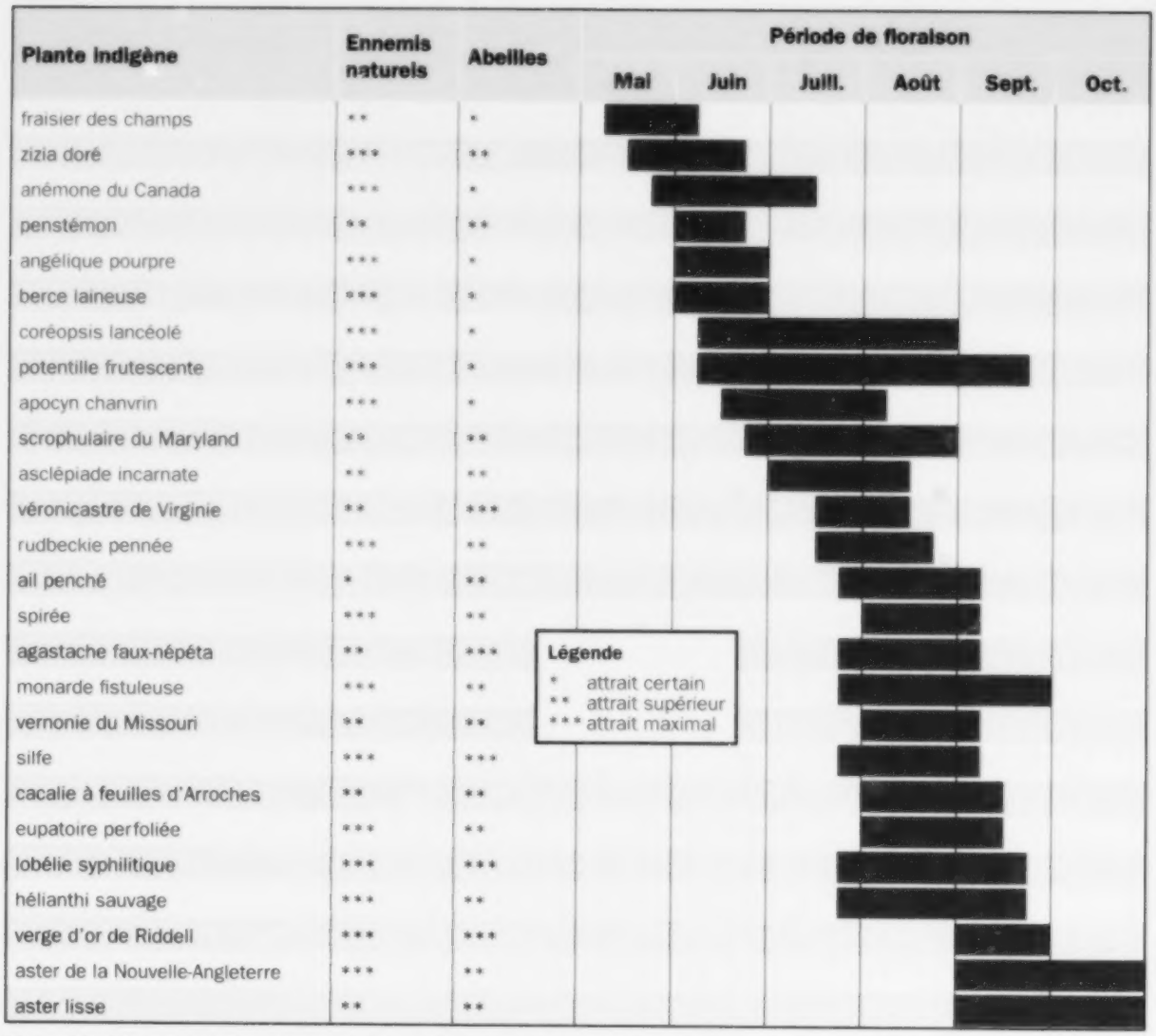


Figure J-1. Attrait relatif des plantes indigènes au Michigan pour les insectes utiles.

Attrait relatif de quarante-huit plantes pour les insectes utiles

Les deux graphiques qui suivent montrent le nombre moyen d'ennemis naturels et d'abeilles observés en 2005 sur chaque espèce pendant sa pleine floraison. Les espèces sont classées en fonction de la période de floraison (début de saison, mi-saison, fin de saison). Dans leur troisième année de croissance, les plantes vivaces indigènes se sont révélées passablement attrayantes pour les insectes utiles. Certaines espèces annuelles non indigènes se sont aussi révélées assez attrayantes pour les ennemis naturels. Le nombre d'insectes utiles a augmenté au cours de la saison de croissance. Le nombre maximal d'ennemis naturels observés sur une espèce végétale a été de deux cents et le nombre maximal d'abeilles de dix-neuf.

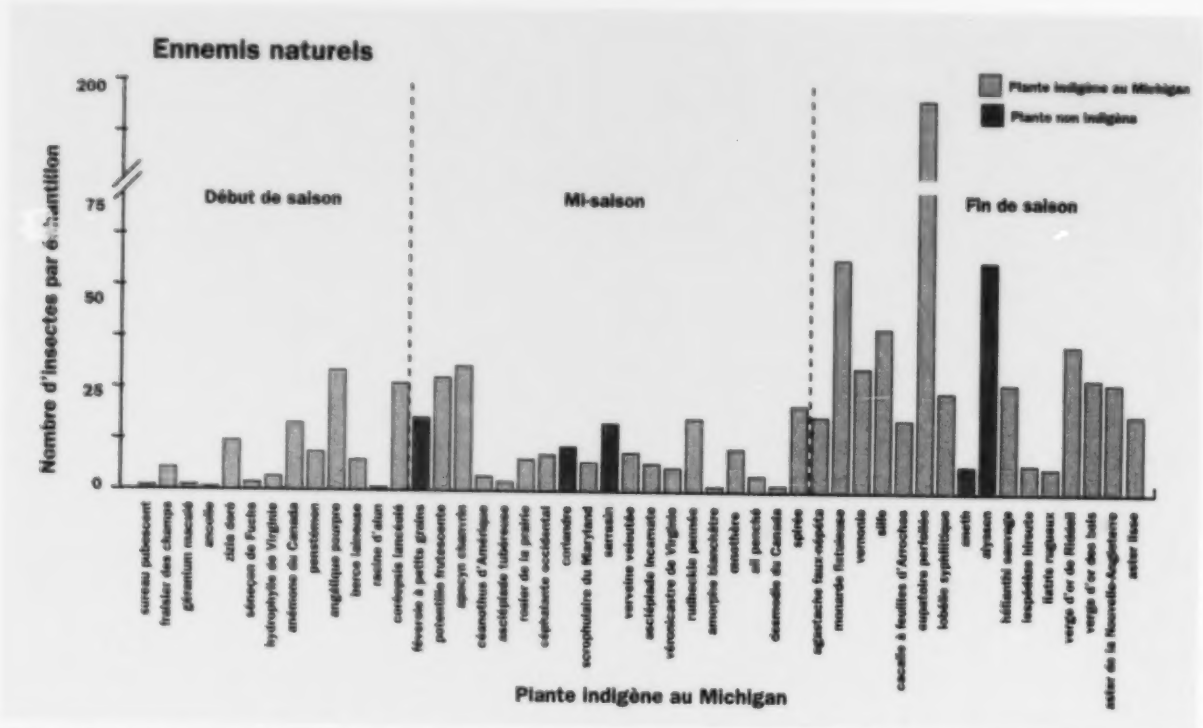


Figure J-2. Nombre moyen d'ennemis naturels recueillis en 2005 sur chaque espèce végétale pendant sa pleine floraison.

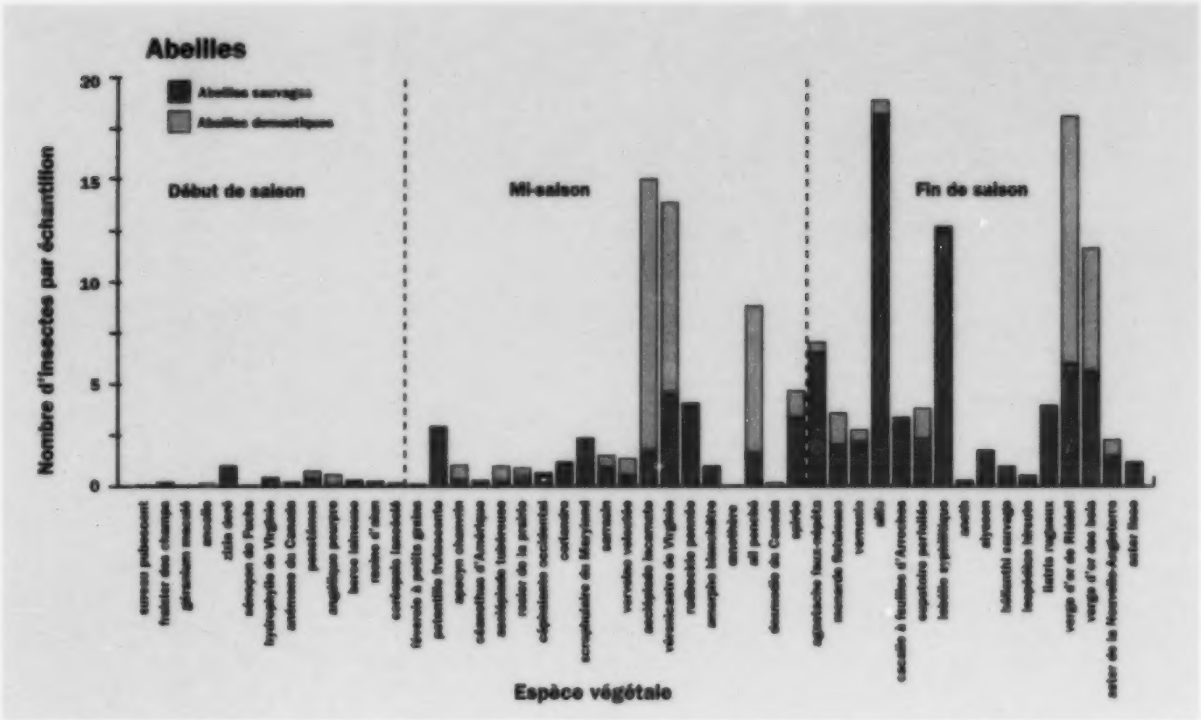


Figure J-3. Nombre moyen d'abeilles recueillies en 2005 sur chaque espèce végétale pendant sa pleine floraison.

Ces compilations ont été préparées par : Anna Fiedler, Doug Landis, Department of Entomology, Michigan State University. Nota : L'information qui précède n'est fournie qu'à titre d'indication et doit être adaptée à chaque situation. La Michigan State University ne fournit aucune garantie quant à l'utilisation de l'information présentée ici. Graphiques recréés sous autorisation à partir de ceux qui se trouvent sur le site *http://nativeplants.msu.edu/why.htm*.

Annexe K.
Exemple de rapport de surveillance

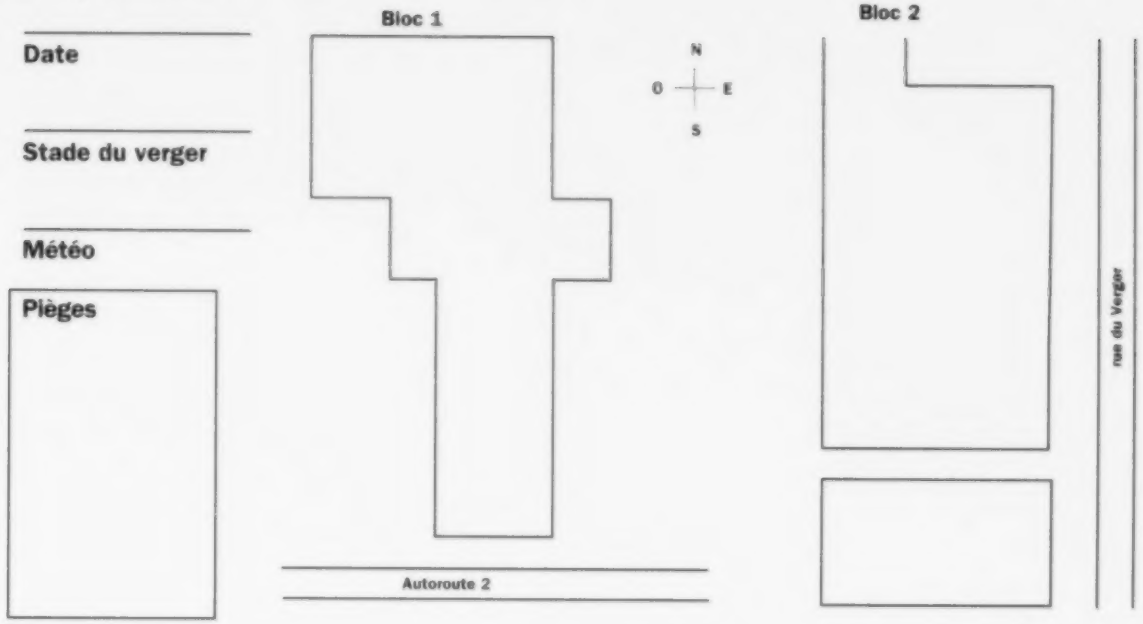
Nom du producteur

Date

Stade du verger

Météo

Pièges



Rapport de surveillance :

Seuils d'intervention

Acariens :
7-10/feuille

CDP :
12-15 larves/
100 pousses term.

MP :
Première capture d'adultes

CBP :
2-5 nymphes/feuille

MM :
1 larve se nourrissant de sève/feuille

TBO et CP :
surveiller les bulletins d'information sur les pommiers

MP = Mouche de la pomme	TR = Tétranyque rouge	HP = Hoplocampe des pommes	ChPr = Charançon de la prune	PM = Punaise de la moëne	MM = Mineuse marbrée
CP = Carpocapse de la pomme	CDP = Chenilles défoliatrices du printemps	CBP = Cicadelle blanche du pommier	TDP = Tétranyque à deux points	TBO = Tordeuse à bandes obliques	

Annexe L.
Registre d'observations météorologiques

Mois

Jour	Soleil/nuage	Température (°C)			Précipitations (mm)	Vitesse et direction du vent	Remarques
		max.	min.	moy.			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

Annexe M.
Exemples de registre de pulvérisations

Registre de pulvérisations

Date	Bloc ou cultivar	Ennemi visé	Produit utilisé	Délai de non-retour	Délai d'attente avant cueillette	Dose ou q^{te} de produit/ ha	Q^{te} d'eau/ ha	Machinerie	Opérateur	Température, vitesse et direction du vent

Registre de pulvérisations à afficher à l'intention des dépisteurs et des personnes devant travailler dans le verger

Identification du verger :

Bloc : Adresse aux fins du service 911 :

N° de tél. du producteur :

Date	Bloc ou cultivar	Ennemi visé	Produit utilisé	Délai de non-retour dans les zones traitées

Information sur l'opérateur

Nom	Initiales	N° du certificat délivré au terme du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides par l'agriculteur	Date d'expiration

Information sur la machinerie utilisée

Tracteur et pulvérisateur	Date de calibrage	Réglage des buses, pression et vitesse d'avancement	Q^{té} d'eau/ha	Remarques

Annexe N.
Réglage et calibrage du pulvérisateur

Calcul du volume de frondaison par rang

Le volume de frondaison par rang (VFR) est utile au calibrage du pulvérisateur. Cette méthode permet, par un simple calcul, de déterminer le volume de feuillage présent dans un hectare du verger et quelle quantité de pesticide employer.

A		B		C		D		A x B x (C + D)
Largeur de frondaison (m)	x	Hauteur des arbres (m)	x	Superficie à traiter (m^2)	÷	Longueur des rangées (m)	=	Volume de frondaison par rang (VFR) (m^3/ha)
8,0 m		5,0 m		10 000,0 m^2		11,0 m		36 363,0 m^3/ha

L'exemple qui précède reflète la situation d'un verger planté de pommiers de haute tige d'une hauteur moyenne de 5,0 m ayant des branches d'une envergure d'environ 8,0 m (mesurée à partir de l'aplomb des branches les plus longues), lorsqu'environ 11,0 m séparent les rangées de centre à centre. En multipliant la largeur de frondaison par la hauteur des arbres, puis par la superficie à traiter (divisée par la longueur des rangées), on obtient un « bloc » de feuillage occupant un volume de 36 363 m^3 par hectare.

Avec la tendance observée dans l'industrie d'utiliser des porte-greffes nanifiants et à planter des vergers à haute densité, les pommiers de haute tige utilisés dans l'exemple sont de moins en moins la norme. Ce nouveau visage qu'ont les vergers oblige à modifier les pratiques de pulvérisation, notamment par l'utilisation de la plus petite dose efficace.

Prenons l'exemple d'un verger de pommiers nains d'une hauteur de 3,0 m, dont les branches ont une envergure de 3,4 m, lorsque 5,5 m séparent les rangées de centre à centre. En appliquant la même formule, on obtient un volume de frondaison par rang de 18 545 m^3, ce qui correspond à 51 % seulement du volume obtenu pour les pommiers de haute tige. La pulvérisation de ce verger ne nécessiterait donc que 51 % de l'eau et 51 % des pesticides employés dans un verger de pommiers de haute tige. Il s'ensuit des économies appréciables pour les producteurs et une atténuation considérable des répercussions des traitements sur l'environnement.

Chaque bloc de verger a une forme qui lui est propre, ce qui oblige le producteur à en mesurer les dimensions exactes afin d'en arriver à une évaluation juste du VFR. Plus les rangées d'arbres sont denses, plus il faudra augmenter le volume d'eau et de produits chimiques pour obtenir une couverture satisfaisante. Tenir des registres et s'y référer durant la saison de croissance afin de garantir un réglage précis du pulvérisateur avant chaque application.

Débit des buses

Une fois la décision prise quant à la concentration du produit à utiliser pour une pulvérisation faite suivant le principe du VFR, et quant au nombre de litres d'eau requis par hectare, un simple calcul permet de déterminer le débit en litres par minute qu'on doit obtenir de chaque côté du pulvérisateur. Pour une vitesse d'avancement donnée (p. ex., 4,8 km/h), on fait le calcul suivant :

A		B		C		D		(A x B x C) ÷ D
Vitesse d'avancement au sol (km/h)	x	Longueur des rangées (m)	x	Concentration (L/ha)	÷	Facteur de conversion	=	Débit des buses par côté (L/min)
4,8 km/h		11,0 m		190 L/ha		1 200		~ 4,0 L/min

Se rappeler que le débit se calcule par côté; une quantité insuffisante de bouillie peut compromettre le succès d'un traitement, tandis qu'une quantité excessive risque d'endommager la culture, de nuire inutilement à l'environnement et d'augmenter le coût à l'hectare. Le débit total pour les deux côtés ne doit pas dépasser la capacité de la pompe. À propos du réglage du volume de pulvérisation, deux facteurs seulement ont de l'importance : la dimension et la configuration des buses, et la vitesse d'avancement du tracteur. Lors du calcul du débit de pulvérisation, on doit être sûr que le manomètre est précis et que les buses, crépines et filtres sont tous propres.

Prendre le temps de bien choisir la buse en fonction de la situation (en fonction en fait des trois P, à savoir la pression, le produit et le parasite).

Pression de pulvérisation et volume de bouillie

Régler le pression en fonction de la taille des gouttelettes recherchée. Il est recommandé de modifier la pression uniquement pour obtenir de très petits changements dans le débit. Autrement, les changements de pression amènent une modification de la taille des gouttelettes et des risques de dérive (gouttelettes trop petites) ou de ruissellement (gouttelettes trop grosses). Comme il faut quadrupler la pression pour doubler le débit, la modification de la pression n'est pas le moyen indiqué pour régler le débit. Examiner la forme de dispersion du jet que toutes les buses émettent avant de les employer et essayer différentes configurations.

Il est déconseillé d'utiliser un volume d'eau inférieur à 300 L/ha quand il y a des fruits à protéger. Moins on utilise d'eau, plus le pesticide devra être dosé avec précision. La lutte contre certains ravageurs exige l'utilisation d'une grande quantité de bouillie. Les applications à bas volume et/ou les faibles doses de certains produits chimiques nuisent à l'efficacité des traitements contre les cochenilles, les acariens et le puceron lanigère, particulièrement dans le haut des arbres. Dans le cas des formulations huileuses, s'assurer d'utiliser des volumes de bouillie suffisants pour imbiber l'écorce complètement. Les traitements à la streptomycine visant à combattre la brûlure bactérienne nécessitent l'utilisation de grands volumes d'eau. Le même principe s'applique aussi aux applications d'éclaircissants chimiques.

Choix des buses

Choisir les buses d'après l'information fournie par les fabricants quant à la taille des gouttelettes produites, telle que celle-ci est établie par le BCPC/ASAE. La taille des gouttelettes est en effet le facteur le plus important dans la maîtrise de la dérive et l'efficacité des traitements. En consultant le tableau des débits offerts par le pulvérisateur, repérer la pression requise, puis choisir une ou des buses à même de projeter la bouillie à ce débit (litres par minute). Les buses à admission d'air sont conçues de manière à réduire la proportion de gouttelettes fines sujettes à la dérive, en produisant des gouttelettes plus grosses qui renferment des bulles d'air et se fracassent à l'impact. Ces buses fonctionnent à une pression supérieure à celle des buses à jet plat classiques.

En règle générale, pour traiter des arbres de haute tige et de grande dimension, faire en sorte que les deux tiers du volume de bouillie soient projetés par la moitié supérieure de la rampe (figure N-1). Choisir des buses à plus gros débit pour le segment central de la rampe, et placer au-dessus et au-dessous du segment central des buses à débit décroissant. Le débit total de l'ensemble des buses ne doit pas dépasser le débit souhaité en litres par minute. Si le débit est trop fort, augmenter la dimension des buses voisines du segment central. S'il est trop faible, on augmente la dimension des buses voisines du segment central.

Le réglage de l'apport d'air et la configuration des buses influencent considérablement déplacement des gouttelettes et le degré de pénétration de la frondaison. Régler le volume d'air en fonction du VFR; si le volume est trop faible, les gouttelettes risquent de ne pas pénétrer jusqu'au cœur de la frondaison et s'il est trop grand, les gouttelettes risquent de traverser la frondaison et d'engendrer des problèmes de dérive. De nombreuses variantes sont possibles selon la forme et la densité des arbres. Dans les vergers plantés d'arbres nanifiés, un plus petit nombre de buses de même taille peut procurer le recouvrement voulu.

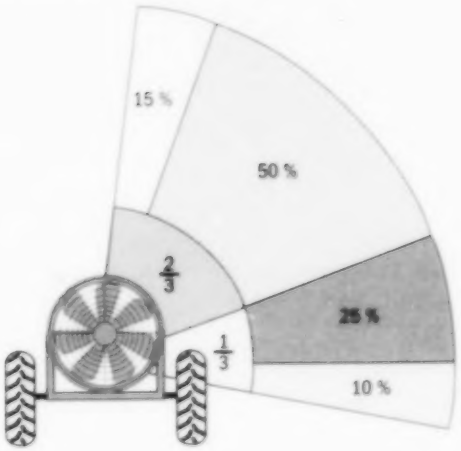


Figure N-1. Répartition de la bouillie pour des arbres de haute tige à maturité.

Le choix des bonnes buses et une configuration optimale de celles-ci contribuent à améliorer le contact de la bouillie avec les organes végétaux et à réduire la dérive vers des zones non ciblées. Les pulvérisateurs à jet porté classiques dirigent de l'air à haute vitesse dans la frondaison et sont dotés de buses positionnées radialement autour du ventilateur. Les deux buses supérieure et inférieure projettent un débit réduit ou ne sont tout simplement pas utilisées afin que la bouillie soit plutôt dirigée vers la cible à traiter. Une rotation antihoraire des pâles du ventilateur a pour effet de projeter les gouttelettes vers le haut, puis au-dessus du houppier, du côté droit du pulvérisateur, ainsi que vers le bas, du côté gauche. Des travaux menés à la Cornell University ont montré qu'il était possible d'améliorer considérablement la forme de dispersion du jet en orientant les buses qui se trouvent du côté droit à l'horizontale et/ou en les inclinant légèrement vers le bas et, simultanément, en orientant les buses qui se trouvent du côté gauche selon un angle de 45° vers le haut pour contrer le déplacement vers le bas de l'air poussé par le ventilateur. Les réglages varient selon le pulvérisateur utilisé et la culture traitée. S'il y a lieu, utiliser des déflecteurs d'air de sorte que l'air produit par le pulvérisateur ne se perde pas dans les allées.

Indépendamment du type de buse utilisé et de la configuration choisie, la dose sera influencée par les variations dans la vitesse d'avancement au sol; le volume de bouillie déposé est plus grand si la vitesse est plus lente et il est moins grand si la vitesse est plus rapide. Ainsi, lorsque la dose est de 112,0 L/ha et la vitesse de 6,0 km/h, si l'on réduit la vitesse à 3,0 km/h, la dose se trouve doublée et passe à 224,0 L/ha. Les modifications dans la vitesse d'avancement au sol résultent habituellement de l'embrayage du tracteur à une vitesse différente dans le but de maintenir le régime du moteur (tr/min) et la pression du pulvérisateur à l'intérieur des fourchettes recommandées pour la pompe du pulvérisateur.

Calibrage du pulvérisateur

Calibrer périodiquement le matériel de pulvérisation afin que les buses débitent la bonne quantité de bouillie. Un mauvais calibrage risque de nuire à l'efficacité des traitements et d'engendrer une contamination des zones non ciblées. De nombreuses variantes sont possibles selon la forme et la densité des arbres. Si les arbres sont petits, un plus petit nombre de buses de même taille peut procurer le recouvrement voulu.

Lorsqu'on choisit les buses en fonction d'un débit précis (L/min), un calibrage du pulvérisateur est nécessaire. Voici comment procéder pour calibrer un pulvérisateur :

1. Noter le temps de parcours.

- Planter deux piquets à 50 m de distance l'un de l'autre;
- Choisir la vitesse et le régime du moteur (tr/min) qui seront utilisés pendant la pulvérisation;
- Remplir le pulvérisateur à moitié d'eau;
- Parcourir trois fois la distance entre les deux piquets et noter le temps nécessaire à chaque passage. Chaque fois, s'assurer que le tracteur roule à la bonne vitesse au moment de franchir le premier piquet et maintenir la vitesse constante jusqu'au moment de franchir le deuxième piquet;
- Calculer un temps moyen à partir des données sur les trois passages.

2. Mesurer le débit moyen à la buse.

- Faire fonctionner le pulvérisateur immobilisé, en laissant la prise de force engagée et en réglant le régime de telle sorte que la prise de force atteigne le même nombre de tours par minute que lors du parcours d'essai;
- Régler la pression à la pression de travail voulue sans restriction de débit à la buse;
- Recueillir le liquide sortant de chaque buse pendant le laps de temps nécessaire en moyenne (établi lors du test) pour parcourir les 50 m;
- Remplacer toute buse ayant un débit supérieur ou inférieur de 5 % au débit moyen ou un débit qui s'écarte de 10 % du débit nominal indiqué par le fabricant.

3. Mesurer l'espacement des buses en mètres.

4. Utiliser la formule suivante pour déterminer le débit du pulvérisateur.

A		B		C		A ÷ B x C
Débit moyen des buses (L/ha)	÷	Espacement des buses (m)	x	Facteur de conversion de 0.2	=	Débit du pulvérisateur (L/ha)

5. Calculer la superficie effectivement pulvérisée après l'application de chaque réservoir de bouillie.

Vérifier à nouveau le réglage du pulvérisateur après l'application de chaque réservoir de bouillie en divisant le volume pulvérisé par la superficie effectivement traitée. La nature de certains produits peut modifier le débit par rapport à celui de l'eau propre utilisée pour le réglage. Relier chaque buse par un boyau à un contenant à mesurer afin de déterminer la quantité de liquide qui s'écoule de chaque buse. Remplacer les pastilles des buses dès qu'elles donnent un débit qui s'écarte de plus de 10 % du débit nominal indiqué par le fabricant.

Lors du calcul du débit de pulvérisation, on doit être sûr que le manomètre est précis et que les buses, crépines et filtres sont tous propres. À propos du réglage du volume de pulvérisation, deux facteurs seulement ont de l'importance : la dimension et la configuration des buses, et la vitesse d'avancement du tracteur. Régler le pression en fonction de la taille des gouttelettes recherchée. La modification de la pression n'est recommandée que pour de très faibles changements de débits. Autrement, la taille des gouttelettes serait modifiée et il s'ensuivrait des problèmes de dérive (gouttelettes trop petites) ou de ruissellement (gouttelettes trop grosses). Comme il faut quadrupler la pression pour doubler le débit, il n'est pas judicieux de recourir à un changement de pression pour régler le débit.

Il est déconseillé d'utiliser un volume d'eau inférieur à 300 L/ha quand il y a des fruits à protéger. Moins on utilise d'eau, plus le pesticide devra être dosé avec précision.

La lutte contre certains ravageurs exige l'utilisation d'une grande quantité de bouillie. Les pulvérisations à bas volume ou à faible dose de certains produits sont peu efficaces contre les cochenilles, les acariens et le puceron lanigère, particulièrement à la cime des arbres. Dans le cas des formulations huileuses, il faut pulvériser une grande quantité de bouillie pour imbiber l'écorce complètement. La streptomycine utilisée contre la brûlure bactérienne ou les agents d'éclaircissage chimique doit être pulvérisée dans une grande quantité d'eau.

6. Régler le débit (au besoin).

- Pour modifier substantiellement le débit, changer de grosseur de buse.

Des changements dans la vitesse d'avancement modifient la dose appliquée. Plus la vitesse est lente, plus il y aura de bouillie qui se déposera sur la culture. Inversement, plus la vitesse est rapide, moins la quantité de bouillie laissée est grande. Lorsque la dose est de 112 L/ha et la vitesse de 6 km/h, si l'on réduit la vitesse à 3 km/h, la dose se trouve doublée et passe à 224 L/ha. Les modifications dans la vitesse d'avancement au sol résultent habituellement de l'embrayage du tracteur à une vitesse différente dans le but de maintenir le régime du moteur (tr/min) et la pression du pulvérisateur à l'intérieur des fourchettes recommandées pour la pompe du pulvérisateur. Dans le cas des pulvérisateurs à jet porté, le volume et la vitesse de l'air sont également fonction du nombre de tours/min de la prise de force.

Annexe O. Exemple de calcul du volume de frondaison par rang (VFR)

Bloc : **Cultivar :** **Produit phytosanitaire :**

Information

Hauteur des arbres = h = 3,66 m

Largeur des arbres = l = 3,05 m

Écartement des rangs = e = 6,10 m

Volume de la cuve = v = 500 gal US (1 893 L)

Q^{te}/ha prévue sur l'étiquette = r = 6 kg

Superficie du bloc (ha) = b = « x »

Calcul du VFR

Étape 1 : *Calculer le volume des arbres (frondaison)*

$$\frac{\text{h x w x 10 000}}{\text{Écartement des rangs}} = \text{VFR}$$

$$\frac{3{,}66 \text{ m} \times 3{,}05 \text{ m} \times 10\,000 \text{ m}^2}{6{,}10 \text{ m}} = 18\,300 \text{ m}^3$$

Étape 2 : *Calculer la différence en pourcentage par rapport au VFR d'arbres de haute tige*

$$\frac{\text{VFR (étape 1) x 100}}{35\,191 \text{ m}^3} = \text{\% de différence}$$

$$= \frac{18\,300 \text{ m}^3}{35\,191 \text{ m}^3} \times 100 = 52 \text{ \% ou } 0{,}52$$

Étape 3 : *Volume d'eau nécessaire par hectare en fonction du VFR*

1 000 L/ha x % de différence (étape 2) = Volume d'eau nécessaire

1 000 L/ha x 0,52 = 520 L/ha

Étape 4 : *Dose de produit phytosanitaire en fonction du VFR (q^{te}/ha)*

Q^{te}/ha prévue sur l'étiquette (r) x % de différence (étape 2) = Dose en fonction du VFR (q^{te}/ha)

6 kg/ha x 0,52 = 3,12 kg/ha

Étape 5 : *Nombre d'hectares traités avec le contenu d'une cuve*

$$\frac{\text{Volume de la cuve (v)}}{\text{Volume d'eau nécessaire (étape 3)}} = \text{hectares/cuve}$$

$$\frac{1\,893 \text{ L}}{520 \text{ L/ha}} = 3{,}64 \text{ ha/cuve}$$

Étape 6 : *Quantité de produit phytosanitaire par cuve*

Hectares/cuve (étape 5) x Dose en fonction du VFR (étape 4) = produit phytosanitaire/cuve

3,64 ha x 3,12 kg/ha = 11,4 kg/cuve

Annexe P. Feuille de calcul du volume de frondaison par rang (VFR)

Bloc : **Cultivar :** **Produit phytosanitaire :**

Information

Hauteur des arbres = h = _____
Largeur des arbres = l = _____
Écartement des rangs = e = _____
Volume de la cuve = v = _____
Q^{te}/ha prévue sur l'étiquette = r = _____
Superficie du bloc (ha) = b = _____

Calcul du VFR

Facteurs de conversion

Litres par hectare (L/ha) x 0,09 = gallons impériaux/acre
gal US x 3,785 = litres (L)
gal imp. x 4,54 = litres (L)

Étape 1 : *Calculer le volume des arbres (frondaison)*

$$\frac{h \times l \times 10\,000\ m^2}{\text{Écartement des rangs}} = \text{VFR}$$

$$\frac{m \times m \times 10\,000\ m^2}{m} = \_\_\_\_\_\ m^3$$

Étape 2 : *Calculer la différence en pourcentage (par rapport au VFR d'arbres de haute tige)*

$$\frac{\text{VFR (étape 1)} \times 100}{35\,191\ m^3} = \_\_\_\_\_\ \%\ \text{de différence}$$

$$= \frac{\_\_\_\_\_\ m^3 \times 100}{35\,191\ m^3} = \_\_\_\_\_\ \%$$

Étape 3 : *Volume d'eau nécessaire par hectare en fonction du VFR*

1 000 L/ha x % de différence (étape 2) = Volume d'eau nécessaire

$$1\,000\ L/ha \times \frac{\_\_\_\_\_\ \%}{100} = \_\_\_\_\_\ L/ha$$

Étape 4 : *Dose de produit phytosanitaire en fonction du VFR (q^{te}/ha)*

Q^{te}/ha prévue sur l'étiquette (r) x % de différence (étape 2) = Dose en fonction du VFR (q^{te}/ha)

$$\_\_\_\_\_\ kg \times \frac{\_\_\_\_\_\ \%}{100} = \_\_\_\_\_\ kg/ha$$

Étape 5 : *Nombre d'hectares traités avec le contenu d'une cuve*

$$\frac{\text{Volume de la cuve (v)}}{\text{Volume d'eau nécessaire (étape 3)}} = \_\_\_\_\_\ ha/cuve$$

$$\frac{L}{L/ha} = \_\_\_\_\_\ ha/cuve$$

Étape 6 : *Quantité de produit phytosanitaire par cuve*

Hectares/cuve (étape 5) x Dose en fonction du VFR (étape 4) = produit phytosanitaire/cuve

_____ ha x _____ kg/ha = _____ kg/cuve

Annexe Q.
Nombre de pommiers par hectare en fonction de différents espacements

Espacement sur la rangée (m)	Écartement des rangées (m)								
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
1,5	1 667								
2,0	1 250	1 111	1 000	909					
2,5	1 000	889	800	727	667				
3,0	833	741	667	606	555	513			
3,5	714	635	571	519	476	440	408		
4,0	625	555	500	455	417	385	357	333	
4,5		494	444	404	370	342	317	296	278
5,0			400	364	333	308	286	267	250
5,5				330	303	279	260	242	227
6,0					278	256	238	222	208
6,5						236	220	205	192
7,0							204	190	178

Espacement sur la rangée (m)	Écartement des rangées (m)					
	14	16	18	20	22	24
4	777					
6	513	453				
8	383	339	302	272		
10	311	272	242	218	207	
12	259	226	201	181	165	151
14	222	194	172	155	141	129
16		169	151	136	123	113
18			134	121	110	100
20				108	99	90
22					90	82
24						76

Annexe R.
Tableaux utilisés par le modèle Cougarblight

Tableau R-1. Feuille de saisie des données pour l'application du modèle Cougarblight

Date	Températures			Degrés-heures quotidiens	Somme des degrés-heures quotidiens sur quatre jours
	Mouillage des fleurs (O/N)	Maximum	Minimum		

Reproduction sous autorisation d'un tableau tiré du site de la Washington State University, intitulé Fire Blight Daily Risk Estimation Model: Version 2002C (Celsius), conçu par Timothy J. Smith, WSU Extension, *www.ncw.wsu.edu/treefruit/fireblight/mdl98c.htm*.

Tableau R-2. Estimation du nombre de degrés-heures par jour, en fonction des maxima et minima quotidiens aux fins du modèle Cougarblight

Maximum quotidien (°C)	Si le minimum quotidien est de 9,40 °C ou moins	Si le minimum quotidien est de 9,41 °C ou plus
15,6	0	0
17,0	2	6
18,0	7	14
18,5	9	17
19,0	12	20
19,5	15	24
20,0	18	28
20,5	23	32
21,0	28	37
21,5	32	42
22,0	39	48
22,5	44	54
23,0	51	61
23,5	58	70
24,0	66	76
24,5	73	84
25,0	81	94
25,5	90	105
26,0	97	114
26,5	106	124
27,0	114	134
27,5	122	142
28,0	129	150
28,5	137	158
29,0	144	163
29,5	148	168
30,0	152	172
30,5	155	175
31,0	158	177
31,5	159	180
32,0	160	181
32,5	161	182
33,0	160	181
33,5	159	179

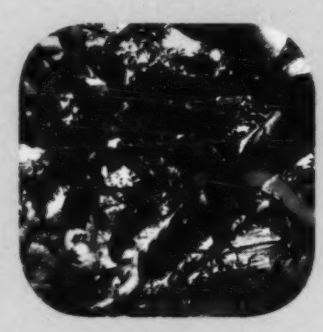
34,0	157	177
34,5	155	175
35,0	152	172
35,5	149	169
36,0	145	163
36,5	142	161
37,0	138	158
37,5	134	155
38,0	130	151
38,5	126	147
39,0	122	143
39,5	118	139
40,0	115	135
40,5	–	130
41,0	–	125
41,5	–	120
42,0	–	115
42,5	–	110
43,0	–	104
43,5	–	98
44,0	–	92
44,5	–	86
45,0	–	78
45,5	–	70

Reproduction sous autorisation d'un tableau tiré du site de la Washington State University, intitulé Fire Blight Daily Risk Estimation Model: Version 2002C (Celsius), conçu par Timothy J. Smith, WSU Extension, *www.ncw.wsu.edu/treefruit/fireblight/mdl98c.htm*.

Tableau R-3. Tableau de cotation des risques de brûlure bactérienne utilisé par le modèle Cougarblight

	Cotation des risques			
Risque de la présence de l'agent pathogène (voir ci-dessous)	**Risque faible**	**Mise en garde**	**Risque élevé**	**Risque extrême**
Aucun cas de brûlure bactérienne dans la région l'année précédente	0-200	200-270	270-430	430 et plus
Présence de brûlure bactérienne dans le verger ou un verger voisin l'année précédente	0-110	110-160	160-270	270 et plus
Chancres actifs de la brûlure bactérienne actuellement présents dans le verger ou tout près de celui-ci	0-30	30-110	110-200	200 et plus

Reproduction sous autorisation d'un tableau tiré du site de la Washington State University, intitulé Fire Blight Daily Risk Estimation Model: Version 2002C (Celsius), conçu par Timothy J. Smith, WSU Extension, *www.ncw.wsu.edu/treefruit/fireblight/mdl98c.htm*.



www.ontario.ca/cultures

Ontario